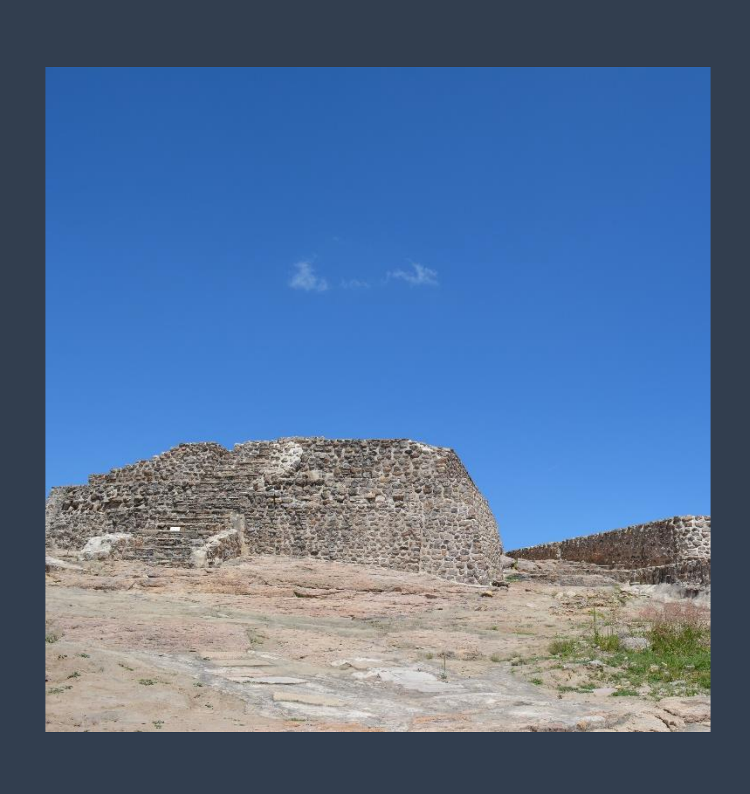
LA DIMENSIÓN SOCIOPOLÍTICA DEL FIN DEL PETRÓLEO

DESAFÍOS A LA SOSTENIBILIDAD



ARMANDO PÁEZ

Ensayo publicado en el sitio de internet *Crisis Energética* (www.crisisenergetica.org) en 2004.

Agradezco a Enrique Leff, Fernando Robles, Colin Campbell, Pedro Prieto y Edgar Ocampo por sus comentarios.

La dimensión sociopolítica del fin del petróleo: Desafíos a la sostenibilidad

Redigitalización, 2020
Primera edición, 2004

Autopublicación, Puebla, México

escritospaez.blogspot.com

Imagen portada: Armando Páez

Contenido

Resumen

Este ensayo hace una crítica al concepto del desarrollo sostenible, ya que no considera el fin del petróleo, "savia vital" de la sociedad contemporánea; el agotamiento de las reservas del hidrocarburo ocurrirá antes de 2070, el fin de las reservas fácilmente asequibles (petróleo barato) antes de 2020. Se analizan los desafíos sociopolíticos que presenta el fin del petróleo, para esto se revisan teorías sobre el determinismo energético y el colapso de las sociedades complejas y se comenta el efecto del embargo petrolero de 1973 en las sociedades capitalistas. Se discute también el desafío alimentario, ya que la agricultura moderna es dependiente del hidrocarburo; se presenta como alternativa a la agricultura mecanizada el caso de la revolución agroecológica cubana —experiencia agrícola pospetróleo coordinada por el Estado—. Se subraya la necesidad de invertir en investigación y desarrollo con una lógica posnaturaleza-pospetróleo para enfrentar la crisis que se aproxima.

Introducción

> En el centro de Fedora, metrópoli de piedra gris, hay un palacio de metal con una esfera de vidrio en cada aposento. Mirando dentro de cada esfera se ve una ciudad azul que es el modelo de otra Fedora. Son las formas que la ciudad habría podido adoptar si, por una u otra razón, no hubiese llegado a ser como hoy la vemos. En todas las épocas alguien, mirando a Fedora tal como era, había imaginado el modo de convertirla en la ciudad ideal, pero mientras construía su modelo en miniatura, Fedora dejaba de ser la misma de antes, y aquello que hasta ayer había sido uno de sus posibles futuros era sólo un juguete en una esfera de vidrio.
>
> [Italo Calvino (*Las ciudades invisibles*, 1972)]

¿Cuándo comenzará el siglo XXI?

El siglo XIX, siguiendo a Arnold Hauser, inició alrededor de 1830, cuando los fundamentos y perfiles que lo caracterizaron son ya claramente identificados; es un siglo determinado por un orden social, un sistema económico, una sensibilidad, rasgos psicológicos, un carácter y creaciones literarias y artísticas que reflejaron el ascenso al poder de un sector social impulsado por una nueva racionalidad: el desarrollo de la ciencia y la tecnología provocó la industrialización, el advenimiento de la burguesía; el siglo XIX es la victoria total del capitalismo, del mundo occidental. El siglo XX, indica Hauser, empezó después de la Primera Guerra Mundial, en los años veinte, con el fin de la prosperidad de la posguerra; la crisis económica de 1929 marca el término de la época burguesa, el agotamiento de sus modelos (económico, social, político, de personalidad, etc.); es el tiempo de los

totalitarismos, de la sociedad de masas, de la decadencia de Occidente; el arte se convirtió en fealdad.[1]

El siglo XX concluyó, bajo mi perspectiva, entre 1972 y 1973. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en junio de 1972 con la participación de delegados de 113 países —precedida por un intenso proceso de negociación entre el secretario general de la Conferencia y los Estados de los países menos desarrollados— oficializó los daños y riesgos de la masificación; meses antes, la publicación de *Los límites del crecimiento*, investigación auspiciada por el Club de Roma, anunció que el progreso no era infinito;[2] los últimos meses de 1973, la primera crisis del petróleo provocó el derrumbe económico de las naciones industrializadas y, lo que es más relevante, la desaparición temporal del bienestar del que gozaban millones de personas. El totalitarismo, visto como un sistema político incluyente (obviamente de los individuos considerados ciudadanos por el Estado), era vulnerable. Al siglo XX lo mató su mayor creación: el desarrollo.[3] Pero el fin del siglo XX no trajo consigo el comienzo del siglo XXI.

A finales de los años sesenta y comienzos de los setenta del siglo XX, se definió el problema que, para muchos, debe guiar la praxis en la actualidad: el ecocidio (la destrucción del medio ambiente).[4] El siglo XXI, auguran, será ecologista o no será.

---

[1] A. Hauser, *Historia social de la literatura y el arte*, Guadarrama, Madrid, (1951) 1969, véase el cap. 9: Naturalismo e impresionismo, y el cap. 10: Bajo el signo del cine.

[2] D. H. Meadows *et al.*, *Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1972.

[3] La era del desarrollo/subdesarrollo comenzó, según Gustavo Esteva, el 20 de enero de 1949 con el discurso pronunciado por el presidente estadounidense Harry Truman al acceder a su cargo: "Debemos embarcarnos en un programa completamente nuevo para hacer accesibles los beneficios de nuestros avances científicos y de nuestro progreso industrial, de tal forma que las áreas subdesarrolladas puedan crecer y mejorar". G. Esteva, "Desarrollo", en *Antropología del desarrollo. Teorías y estudios etnográficos en América Latina*, editado por A. Viola, pp. 67-101, Paidós, Barcelona, (1992) 2000, véase la sección "La invención del subdesarrollo".

[4] F. Cesarman, *Ecocidio. Estudio psicoanalítico de la destrucción del medio ambiente*, Joaquín Mortiz, Ciudad de México, 1972; H. Wheeler, "Ecocatastrophe", en *Ecocide —and thoughts toward*

Pero así como el desafío ambiental/ecológico es problematizado, esos mismos años surge una personalidad síntesis de la época burguesa y del totalitarismo, patrón cultural fundamentalmente antiecológico: el narcisismo masificado, la libertad del ser humano mediatizada en función de los intereses del mercado. El siglo XXI aún no nace porque todavía no define sus características: individualismo consumista o ecosocialismo, derroche o frugalidad. Se puede argumentar que la "dictadura del mercado", sus manifestaciones políticas, económicas, artísticas, etc., son una muestra de que el siglo XX aún no concluye, que la mediatización de la cultura es el apogeo del siglo en cuestión. Difiero: las políticas neoliberales no demuestran la fortaleza del sistema capitalista, la manera como son aplicadas y mantenidas (desmantelando las estructuras Estatales que garantizaron en mayor o menor medida el bienestar social; otorgando subsidios a ciertos sectores; fortaleciendo monopolios; obstaculizando el comercio equitativo y el pleno empleo, etc.) expone su debilidad e inconsistencia, de hecho, son la inflexible reacción de organismos financieros y partidos conservadores del primer mundo al colapso económico de la década de los años setenta. Por otra parte, desde los años sesenta una nueva sensibilidad social, crítica de los excesos del totalitarismo, está presente en el arte, la filosofía, las ciencias sociales, algunas organizaciones políticas e incluso empresariales: se habla de derechos de la mujer, de igualdad, de emancipación.

Todo cuestionamiento es señal de crisis. El siglo XX murió joven, dejando más preguntas que respuestas. El período actual es un umbral sin nombre con muchos calificativos (sociedad posmoderna, sociedad tardomoderna, capitalismo tardío, sociedad de consumo, sociedad de la información, sociedad posindustrial), definido a partir de la negación, no de la propuesta. Las muertes prematuras son las que más impactan.

---

survival, editado por C. Fadiman y J. White, pp. 13-22, Center for the Study of Democratic Institutions/Interbook, Nueva York, 1971.

En este ensayo intentaré demostrar que la indefinición que vivimos se debe a un vacío teórico. La noción que pretende erigirse como el paradigma del siglo XXI ha sido mal construida: el *desarrollo sostenible*[5] no problematiza la esencia del siglo XX, el fundamento de la civilización contemporánea: el uso del petróleo y su finitud. La sociedad global no depende de la biosfera, sino de la litosfera: no es una civilización creada a partir de los procesos naturales, sino de sistemas políticos y tecnológicos elaborados gracias al fácil acceso a los hidrocarburos existentes en la corteza terrestre. La reflexión sobre la *sostenibilidad* debe enriquecer su enfoque biologista/ecologista (la capacidad de carga del planeta) considerando el factor energético neguentrópico (la capacidad de organización y resolución de problemas de un sistema social) y cientificotécnico (la capacidad humana de crear productos sintéticos y de regenerar o restaurar la naturaleza). Si bien la degradación ambiental es en buena medida consecuencia del uso del petróleo, el mantenimiento de los asentamientos humanos en la actualidad depende de él. Los límites del crecimiento (de la industrialización) no están en el deterioro de la Tierra, sino en la escasez del recurso que ha permitido su expansión: la humanidad sufrirá realmente los efectos del ecocidio (agotamiento de recursos, pérdida de la biodiversidad, contaminación, erosión) cuando carezca de: 1) energía para activar las máquinas que reemplazan los procesos naturales y transfieren, restauran o maquillan los daños ambientales; 2) los elementos que permiten crear productos y alimentos sintéticos; 3) el sistema político que gestiona la resolución de problemas. Para la sociedad industrial el petróleo es tan vital como el agua, es un error no problematizar su agotamiento: el siglo XXI será testigo del fin de la sociedad del hidrocarburo.

---

[5] En América Latina y España también se utiliza la palabra *sustentable*; este término originalmente fue empleado por algunos autores para identificar una propuesta ambiental diferente a la promovida por algunas agencias, universidades y organizaciones (acrítica de la dimensión política y de los efectos sociales y aun ambientales del neoliberalismo), sin embargo, su apropiación por diversos sectores obliga a explorar la orientación de los discursos: algunos hablan de "sustentabilidad" intentado legitimar programas carentes de una sensibilidad ecosocial, mientras otros gestionan la "sostenibilidad" buscando construir una sociedad alternativa al orden económico y político hegemónico. La polisemia obliga a explorar el sentido.

La redefinición del problema de la sostenibilidad (teorización de una sociedad pospetróleo considerando la degradación socioambiental, nuestra dependencia de la litosfera, los límites del mundo y las perversidades y fragilidad del sistema neoliberal) exige plantear modelos (sociales, políticos, económicos, ambientales, culturales, etc.) que partan de un análisis de las posibilidades energéticas/tecnológicas y de los marcos ideológicos existentes.

El problema de la sostenibilidad debe redefinirse considerando el factor petróleo, principal recurso energético y materia prima base de la producción de alimentos en las sociedades industriales. Hablar de petróleo es hablar de complejidad social, de orden (Estado), de bienestar, de subsistencia, de extracción de minerales, de alimentos, de agua. La sociedad global depende de la industria energética y la petroquímica, no de bosques prístinos y manantiales transparentes. ¿Existen alternativas al inminente ajuste económico que ocasionará el fin del petróleo barato y su posterior agotamiento? El complemento de mi planteamiento encuentra en una experiencia real, no imaginaria, un futuro posible: el modelo agroecológico desarrollado en Cuba durante la década de 1990.

A lo largo de este trabajo presentaré conceptos para definir un proyecto político que oriente a los sistemas culturales hacia la sostenibilidad. Ser conscientes del momento presente (posnaturaleza) y del futuro próximo (pospetróleo) lleva a teorizar sobre el perfil cultural de una sociedad posurbana y en la necesidad de generar y aplicar conocimientos con una orientación social. Si Cuba no sufrió un nivel de desnutrición mayor en los años noventa —consecuencia del colapso de la Unión Soviética— fue gracias a la investigación orientada al diseño de programas y proyectos agrícolas alternativos a las técnicas de la agricultura moderna que permitieran resolver la escasez de alimentos. Una sociedad sostenible requiere que la generación y aplicación del saber no persiga exclusivamente fines privados. Pero así como es necesario una revolución cientificotécnica orientada por otro paradigma, debemos discutir bajo una perspectiva antropológica las ideas que

proponen una nueva sociedad fundamentada en una ruralidad agroecológica. El patrón de asentamiento que se desarrolló a lo largo del siglo XX y su impacto ambiental/ecológico es consecuencia de un uso energético y de recursos específico. Más allá de los beneficios que trajo consigo la industrialización (para los que pudieron pagarlos) y la crítica a los riesgos generados por ésta, plantear el problema de la sostenibilidad es realizar una crítica a la mecanización de la agricultura, a la urbanización y al sistema energético-económico-político global que ha sostenido estos procesos, en una palabra, a la desruralización. Sidney, Tokyo, París, Nueva York... son asentamientos humanos mantenidos con petróleo. El sueño posmoderno —las zonas urbanas del primer mundo (en todos los países), sus centros y calles comerciales, hoteles gran turismo, hospitales, zonas culturales, de negocios, deportivas— tiene límites. La revolución agrícola cubana transformó las zonas rurales y ciudades de la isla, los patrones de asentamiento. ¿Es utópico o utopista hablar de una *nueva ruralidad*, de *posurbanidad*?

Crítica al discurso del desarrollo sostenible

No hay en la actualidad gobierno, empresa, organización no gubernamental, universidad o instituto de investigación que no haya hecho suyo el concepto *desarrollo sostenible*. Este desiderátum global, fruto del pensamiento ambiental y progresista surgido en la década de 1960, busca armonizar las prácticas del desarrollo (crecimiento económico y bienestar social) con la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad y la gestión de un medio ambiente sano teniendo en cuenta las necesidades de los que habitan la Tierra en el presente y de los que vivirán en el futuro. Discurso integrador: pretende superar las pugnas existentes entre los diferentes sectores y movimientos sociales, partidos políticos, gobiernos y organismos empresariales. Discurso camaleónico: adquiere el color de quien lo utiliza.

La propuesta del desarrollo sostenible es formulada oficialmente en 1987 por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) (constituida por el secretario general de las Naciones Unidas en 1983) a través del documento titulado *Nuestro futuro común* (conocido también como *Informe Brundtland*). La idea es hacer *sostenible* el desarrollo, crear una nueva era de crecimiento económico para solucionar los problemas del mundo, principalmente de los países subdesarrollados. Para la CMMAD, los límites a este proyecto son humanos: la tecnología y la organización social; el desafío es mejorarlas y gerenciarlas para no sobrepasar la capacidad de carga de la biosfera y efectuar una gestión eficiente. *Nuestro futuro común* define el problema, el *Programa 21* (*Agenda 21*), estrategia internacional presentada en 1992 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra) celebrada en Río de Janeiro, ratificada en 1997 en la XIX Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas (Río+5) y en 2002 en la Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo, establece las medidas a

seguir para instrumentar las políticas recomendadas. Los ejes del programa: globalizar y mantener el modelo económico basado en el comercio internacional; la cooperación; la transferencia de tecnología; la educación.

Ahora bien, el sentido del problema de la sostenibilidad ha cambiado con el tiempo. Si la mirada actual impulsa el crecimiento económico, la visión existente a principios de los años setenta era radicalmente diferente, de hecho sugería un freno al crecimiento. Los autores de *Los límites del crecimiento* buscaban definir un modelo que representara un sistema mundial que fuera sostenible sin un súbito e incontrolable colapso, capaz de satisfacer las necesidades materiales básicas de todos sus habitantes, por lo que invitaban a tomar medidas enérgicas para evitar una situación que pudiera comprometer la convivencia pacífica y la supervivencia humana durante la segunda mitad del siglo XXI; la clave del proyecto: aplicar controles deliberados al crecimiento, tanto poblacional como económico. El último capítulo de la obra expone ideas relacionadas con el *estado de equilibrio global* (*estado estacionario* o *crecimiento cero*), cuya definición básica consiste en que la población y el capital sean esencialmente estables, para lo cual se debe mantener un equilibrio cuidadosamente controlado de las fuerzas que tiendan a aumentarlos o disminuirlos. Esta propuesta ha sido duramente criticada por conservadores y progresistas; si bien se ha logrado controlar el crecimiento poblacional en algunos países (a pesar de la oposición de organizaciones religiosas, destacando la Iglesia católica), frenar el crecimiento económico es considerado indeseable, ya que, se argumenta, es la base para superar la pobreza y transitar a sistemas tecnológicos no contaminantes y más eficientes en el uso de energía y recursos naturales. Sin embargo, la crítica al crecimiento económico ininterrumpido ha cobrado nueva fuerza. El modelo neoliberal es identificado como la causa de los problemas que pretende solucionar.[6] Las reformas estructurales que impulsan el libre comercio —

[6] G. Montibeller-Filho, *O mito do desenvolvimento sustentável. Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*, UFSC, Florianópolis, 2001; E. Mora, "Contradicciones, fuerza y mito del desarrollo sostenible. Su marco social y el papel de la universidad" en *Ambien-*

fundamento teórico del crecimiento económico— provocan una mayor degradación ambiental y aumentan tanto la miseria como la inequidad social. Un PIB alto no es garantía de sostenibilidad. El *Programa 21* presenta una contradicción que no puede pasarse por alto: en el parágrafo 24 del capítulo 2 (Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo y políticas internas conexas) señala la necesidad de acelerar el crecimiento económico para aumentar el consumo; mientras que en el parágrafo 3 del capítulo 4 (Evolución de las modalidades de consumo) identifica como las causas principales del deterioro ambiental mundial las modalidades industriales de producción y consumo... Ya en 1973 Angus Hone advertía sobre los riesgos del comercio internacional como política de desarrollo: 1) las políticas proteccionistas y el ritmo de crecimiento de las economías desarrolladas serán las determinantes clave del crecimiento de las exportaciones de los países subdesarrollados; 2) los precios unitarios de las exportaciones, ya sean alimentos, fibras, metales o productos manufacturados, tenderán a caer si un número considerable de países en desarrollo adoptan las políticas "racionales" que fomentan la exportación.[7] No sólo factores sociales y ecológicos, sino económicos, evidencian los límites del modelo exportador.

La visión del estado estacionario parte de otra racionalidad: busca garantizar las necesidades materiales a un cierto nivel dentro de los límites ecológicos y energéticos, no maximizar el consumo; hace una crítica a las carencias y —aquí marca su diferencia con la racionalidad instrumental— a los excesos.

---

tico, No. 37: 1-7, 1996 (publicación de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica).

[7] A. Hone, "World trade patterns and the developing countries, 1970-2000", en *Human ecology and world development*, editado por A. Vann y P. Rogers, pp. 37-55, Plenum Press, Londres, 1974, véase la sección "Future growth". Hone critica la propuesta del crecimiento cero sin dar una alternativa al modelo exportador, señala que el comercio mundial traerá más beneficios a los países pobres que la ayuda humanitaria.

El problema de la sostenibilidad es definido a finales de los años sesenta y principios de los setenta bajo una perspectiva biologista/ecologista (las ciencias sociales comienzan a analizarlo sistemáticamente en la década de 1990). El tema es la ecología humana: cómo las poblaciones humanas afectan la capacidad de carga (*carrying capacity*) de los ecosistemas, por lo que se investiga el impacto y los efectos de la expansión de la sociedad industrial. Los estudios realizados advierten sobre el riesgo de un colapso global a largo plazo debido al agotamiento de recursos y a la contaminación.[8]

La lista de asuntos a resolver es larga: sobrepoblación, desertificación, deforestación, contaminación (atmosférica, de mantos freáticos y océanos, de suelos), manejo inadecuado de recursos renovables, agotamiento de recursos no renovables, pérdida de la biodiversidad, sustancias tóxicas y radiactivas, crecimiento desordenado de los asentamientos humanos... La interrelación de estos problemas con aspectos económicos (pobreza, desempleo, inequidad), sociales (alimentación, salud, vivienda, educación, marginación) y políticos (democracia, autonomía, acceso a la información) dificultan aún más la construcción de acuerdos para buscar soluciones a nivel local, regional, nacional y global. Además de la falta de voluntad política y financiamiento, se carece de un marco epistemológico que permita definir y entender esta complejidad.[9] La perspectiva biologista/ecologista llega a su expresión más alta, bajo mi perspectiva, con la herramienta (indicador) de medición del impacto humano en la Tierra propuesta por Mathis Wackernagel y William Rees: la huella ecológica.[10]

---

[8] P. R. Ehrlich *et al.*, *Human ecology. Problems and solutions*, W. H. Freeman & Company, San Francisco, 1973; D. H. Meadows *et al.*, *op. cit.*, 1972; B. Ward y R. Dubos, *Una sola Tierra. El cuidado y conservación de un pequeño planeta*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1972.

[9] E. Leff, "Pensar la complejidad ambiental", en *La complejidad ambiental*, coordinado por E. Leff, pp. 7-53, Siglo XXI/UNAM/PNUMA, Ciudad de México, 2000.

[10] M. Wackernagel y W. Rees, *Our ecological footprint. Reducing human impact on the Earth*, New Society, Gabriola Island, 1996, véase el cap. 1: Ecological footprints for beginners, y el cap. 2: Footprints and sustainability. La huella ecológica es la superficie de tierra y agua biológicamente productivas que requiere un individuo o una población, usando tecnología convencional, para

Los críticos de la insostenibilidad de la sociedad industrial sugieren cambiar la dinámica de ésta supeditándola a los ciclos de la naturaleza y estableciendo estructuras políticas y económicas más representativas y equitativas con una lógica localista/regionalista, sin considerar el elemento que permite su sostenimiento y expansión y los intereses translocales, de hecho, transnacionales, que lo controlan: el petróleo. Las palabras de Víctor Urquidi exponen la visión tradicional de la sostenibilidad:

> Lo que antes se presentaba como requisitos del desarrollo a secas, requiere hoy, además, incorporar el objetivo del desarrollo sustentable, definido [...] como un desarrollo equitativo que respete la protección de los recursos naturales y en general del medio ambiente. Puede sintetizarse como un proceso que permita alcanzar variados y complejos resultados:
>
> - La equidad social en el desarrollo mediante un crecimiento de la economía que compense y reduzca las desigualdades históricas, y las creadas por las estrategias inadecuadas e incompletas de los últimos 50 años.
> - La protección del medio ambiente y el hábitat humano mediante un uso de la riqueza natural que privilegie su conservación, y reduzca y controle los efectos contaminantes de la actividad económica, social y tecnológica que practica la especie humana.
> - La economía en el uso de los recursos escasos y en particular de los que, como los principales energéticos de origen fósil, contribuyen a la formación del efecto invernadero y, en consecuencia, al cambio climático a largo plazo; y el reemplazo de los recursos y los procesos emisores de residuos y desechos contaminantes, su reciclaje en los casos en que la tecnología existente y la futura lo permitan, todo ello para evitar en general, al máximo posible, las emisiones de residuos peligrosos o

---

obtener los recursos que demanda y para que se asimilen los desechos que genera; está en función de los valores humanos, las expectativas materiales, el ingreso y el nivel tecnológico o metabolismo industrial.

tóxicos, con apoyo en la aplicación de tecnologías "más limpias" o "menos sucias".

- La organización de la sociedad, a niveles nacional y regional, en un contexto global de cooperación, de tal manera que se asiente la cultura de la sustentabilidad, por medio de políticas públicas de la más elevada prioridad y con la participación de la sociedad civil.
- La puesta en práctica por los gobiernos, en sus diversas jurisdicciones, y por los sectores empresariales y las organizaciones de la sociedad civil, de mecanismos de consulta y de coordinación para dar vigencia, con visión de largo plazo, a políticas y programas que aseguren los objetivos del desarrollo sustentable.[11]

Como complemento a la cita anterior destacaré las palabras de Roberto Guimarães:

> Enfrentamos el deterioro de procesos ambientales cruciales que no pueden ser reemplazados simplemente por otros. Elementos como el balance climático, la capa de ozono, la biodiversidad o la capacidad de carga de los ecosistemas trasciende las fronteras del mercado. Éstos no pueden ser sustituidos, a menos que se acepte como solución viable reubicar a la humanidad en otros planetas una vez que sean agotados los ciclos ambientales que mantienen la vida en la Tierra.[12]

Los procesos ambientales que sustentan la vida en la Tierra han sido alterados, incluso reemplazados. La perspectiva tradicional de la sostenibilidad no considera la dependencia de la sociedad global del petróleo; se analiza este recurso como

---

[11] V. Urquidi, "El gran desafío del siglo XXI: El desarrollo sustentable, alcances y riesgos para México", en *Boletín Editorial*, No. 84:10-19, (1999) 2000, véase la sección "La preparación para un desarrollo sustentable y equitativo" (publicación de El Colegio de México).

[12] R. Guimarães, "The politics and ethics of 'sustainability' as a new paradigm for public policy formation and development planning", en *International Journal of Economic Development*, Vol. 3, No. 3, 2001, <http://www.spaef.com/IJED_PUB/3_3/3_3_guimaraes.pdf> [consulta: agosto 2002], véase la sección "Actors and public policy criteria for sustainable development".

contaminante (emisor de CO_2), no como el factor esencial de la civilización contemporánea: es el principal recurso energético y la materia prima fundamental en la producción industrial de alimentos. Tampoco discute la capacidad de la especie humana de crear otras formas de vida a partir de la refinación del hidrocarburo: habla (alerta) sobre el poder de autodestrucción, no de autogeneración con independencia del ambiente existente (los proyectos de terraformación de otros mundos —Marte, asteroides, algunas lunas de los planetas del sistema solar— derivan de esta capacidad recientemente adquirida).[13]

[13] C. Sagan, *Un punto azul pálido. Una visión del futuro humano en el espacio*, Planeta, Barcelona, (1994) 1995, véase el cap. 19: Remodelar los planetas.

Posnaturaleza

Con la modernidad la especie humana dejó de ser dependiente de los procesos naturales. Los discursos que relacionan sostenibilidad y protección de la naturaleza responden a una visión romántica/naturalista, no a la situación actual y al nuevo estado del mundo —un ejemplo de esto es la difusión por grupos ambientalistas del discurso adjudicado al Jefe Seattle—.[14] Ulrich Beck reflexiona sobre la "abolición", "modernización" o "construcción" de la naturaleza, su absorción en un proyecto técnico: la naturaleza se ha convertido en un producto maleable de la sociedad.[15] Fernando Robles habla del "fin de la naturaleza": no existe prácticamente rincón alguno de ésta que no haya sido socializado por la actividad humana. La acción de una naturaleza independiente de la sociedad se ha convertido en una quimera. La naturaleza se ha incorporado de tal manera al movimiento de la humanidad que cada vez que se ejecuta algo en la sociedad irremediablemente se efectúa incorporando a la naturaleza. Más aún, la manipulación del código genético indica que la acción de la ciencia ha penetrado en sus ámbitos más recónditos.[16] Para Enrique Leff, vivimos el inicio de una nueva

[14] El autor de esas palabras fue Ted Perry, guionista de la película que las popularizó a principios de la década de 1970 (*Home*, 1972).

[15] U. Beck, *La invención de lo político. Para una teoría de la modernización reflexiva*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, (1993) 1999, véase la sección "La naturalización de la feminidad", dentro del cap. 4: El lado obscuro de la modernidad está planteado: la contramodernización.

[16] F. Robles, *El desaliento inesperado de la modernidad. Molestias, irritaciones y frutos amargos de la sociedad del riesgo*, RIL/Sociedad Hoy/UC, Santiago de Chile, 2000, véase la sección "El fin de la naturaleza y la dominación de los efectos colaterales", dentro del cap. 1: El áspero disgusto de la modernidad y la globalización. El estudio de E. Sanderson *et al.* fortalece la afirmación de Robles: según sus mediciones, la huella humana ocupa el 83% de la superficie terrestre; la mayor parte de las zonas salvajes o vírgenes son inhóspitas, no aptas para la agricultura (desiertos, tundras y bosques cercanos a las regiones polares). E. Sanderson *et al*., "The human footprint and the last of the wild", en *BioScience*, Vol. 52, No. 10: 891-904, 2002. B. Campbell señala que extender los cultivos sería muy costoso y en muchos casos ecológicamente desastroso. B. Campbell, *Ecología humana*, Salvat, Barcelona, (1995) 1996, véase el cap. 11: El ecosistema humano: Pasado, presente y futuro.

era: la transgénesis del mundo (transmutación de la génesis del mundo), la naturaleza sitiada por la sobreeconomización del orbe y la intervención de la tecnología. La ingeniería genética y la biotecnología marcan el fin de la evolución natural y del azar y la necesidad como origen del cambio biológico/ecológico. La vida ya no es lo que solía ser: son otros los sentidos de lo real. Se desdibuja la cultura como una construcción realizada a partir de la significación de los territorios (conocimiento local).[17]

Las reservas de la biosfera, parques nacionales, santuarios de la naturaleza, etc., son museos gigantescos: es permitido ver, no tocar. Los dirigentes de las comunidades indígenas que habitan desiertos, selvas y montañas ven con más resignación que asombro las cámaras que los fotografían: la alternativa para proteger sus lugares sagrados es aparecer en el *National Geographic Channel*. La Amazonia es circundada por carreteras y la Patagonia reticulada por cercas de alambre. La conservación de la biodiversidad es negocio rentable para la industria farmacéutica y la turística; la protección de determinadas zonas no lo es para la minera: hay millones de dólares en el subsuelo de la Antártida. Terremotos, huracanes, inundaciones... la naturaleza muestra su poder... sin alterar la dinámica económica que permitirá reconstruir, con mayor celeridad según los intereses en juego, las áreas afectadas. Lo que queda de la naturaleza se ha convertido en objeto de lujo o escenografía. ¿Cómo significar esto? ¿Cómo significar territorios donde lo más conveniente es evitar la presencia humana? ¿Cómo significar paisajes sólo "experimentados" a través de la televisión? ¿Cómo significar lo ajeno a la cotidianeidad urbana? ¿Cómo significar el nuevo poder tecnológico que permite crear vida? ¿Cómo significar el desprendimiento humano de los ciclos de la biosfera? Posnaturaleza: la reproducción de la vida y del mundo natural depende de la capacidad de reproducción del mundo técnico, la ecosfera supeditada a la tecnosfera, la naturaleza como producto del ingenio humano, del

[17] E. Leff, "Transgénesis", en *Formación Ambiental*, Vol. 13, No. 28: 13-17, 2001.

capital y la normatividad. Los dioses dejaron la mitología para residir en bancos y laboratorios.

No pretendo asumir una postura "fin de todas las cosas", refugiarme en el desencanto conservador para descalificar toda sugerencia de movilización política.[18] Al contrario: la falta de políticas económicas, ambientales, sociales y culturales alternativas al orden hegemónico se debe al inadecuado entendimiento de la situación actual.

El ecologismo es sólo una fase en la problematización de la modernidad, no su destino. Desde los años ochenta la capacidad regenerativa de la biosfera ha sido sobrepasada por la demanda humana.[19] La subsistencia de la civilización contemporánea depende del sistema tecnológico que le proporciona los bienes y servicios que antes obtenía de la naturaleza. ¿Cómo plantear el problema de la sostenibilidad más allá de la biosfera? Los centros urbanos son grandes máquinas entrópicas, no eslabones de una cadena ecológica. Las "externalidades" planteadas por la teoría económica, uno de los aspectos esenciales de la crítica de la economía ecológica,[20] son en realidad elementos centrales de la dinámica industrial-urbana-comunicacional. No sólo se trata de "internalizar" los efectos negativos del sistema productivo y de consumo y de cambiar las relaciones sociales de producción, sino de entender el aspecto fundamental del sistema en cuestión. La principal característica del actual momento histórico es la dependencia humana del petróleo, la sostenibilidad de nuestro patrón civilizatorio

---

[18] J. Hoff y C. Farnham, "Theories about the end of everything", en *Journal of Women's History*, Vol. 1, No. 3: 6-10, 1990.
[19] M. Wackernagel *et al.*, "Tracking the ecological overshoot of the human economy", en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 99, No. 14: 9266-9271, 2002.
[20] G. Montibeller-Filho, *op. cit.*, 2001; G. Foladori, "La economía ecológica", en *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, editado por N. Pierri y G. Foladori, pp. 189-195, Trabajo y Capital, Montevideo, 2001; J. Martínez, *Curso básico de economía ecológica*, PNUMA, Ciudad de México, 1995, y *De la economía ecológica al ecologismo popular*, Icaria, Barcelona, 1994.

está en función del hallazgo de nuevas reservas del hidrocarburo. Si la humanidad ha sido capaz de sobrevivir a pesar de la desaparición de ecosistemas, la sobrepoblación y la degradación ambiental (de superar los límites ecológicos) es gracias, por una parte, a la creación de productos y alimentos sintéticos y a los servicios de salud que ofrece la tecnología moderna —subsistencia posnaturaleza—, y por otra, al mayor uso energético que ha permitido encontrar soluciones a los nuevos problemas mediante el aumento de la complejidad social (organización, especialización, diferenciación), respuestas derivadas del uso del petróleo.

La sociedad del hidrocarburo

Dependemos en tal medida del petróleo, indica Daniel Yergin, que en raras ocasiones nos hemos detenido a comprender su penetrante significado, el petróleo es la "savia vital" de la cotidianeidad actual: hace posible el sitio y la forma en que vivimos, la forma en que vamos y venimos de casa al trabajo, la forma en que viajamos; los patrones urbanos adoptados en el siglo XX, "el siglo del petróleo", responden al uso del hidrocarburo. Este recurso es uno de los componentes esenciales de los fertilizantes de la agricultura moderna y posibilita el transporte de alimentos a las zonas metropolitanas; también proporciona los plásticos y productos químicos que constituyen el esqueleto de la civilización contemporánea, civilización que se "postraría" si los pozos de petróleo se secaran repentinamente.[21]

Pero el desecamiento no será repentino. Es imposible indicar el año en que el petróleo *convencional* dejará de ser asequible, pero hay certeza de que será en el siglo XXI, probablemente antes del año 2070.[22] Sin embargo, lo relevante no será cuando sea bombeada la última gota de petróleo, sino los efectos económicos que se presentarán cuando la producción comience a descender, más allá de ese

---

[21] D. Yergin, *La historia del petróleo*, Javier Vergara, Buenos Aires, (1991) 1992, véase el Prólogo.
[22] The Association for the Study of Peak Oil (ASPO), *Newsletter*, No. 24, 2002; C. Campbell, "Petroleum and people", en *Population and environment*, Vol. 24, No. 2: 193-207, 2002, véase la Figura 1 y la Figura 3; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *World energy assessment. Energy and the challenge of sustainability*, PNUD/UNDESA/CME, Nueva York, 2000, véase la Introducción y la Tabla 1 de la Presentación Panorámica (Overview); C. Campbell y J. H. Laherrère, "The end of cheap oil", en *Scientific American*, Vol. 278, No. 3: 60-65, 1998, véase la sección "Diminishing returns"; C. Campbell, *The coming oil crisis*, Multi-Science Publishing/Petro-consultants, Londres, 1997, véase el cap. 15: Synthesis; A. Barreda y O. Lagunas, "Los energéticos como límite al desarrollo capitalista", en *Producción estratégica y hegemonía mundial*, editado por A. Ceceña y A. Barreda, pp. 177-224, Siglo XXI, Ciudad de México, 1995, véase la sección "Tendencias mediatas e inmediatas"; T. Miller, *Ecología y medio ambiente*, Iberoamericana, Ciudad de México (1992) 1994, véase la sección "Petróleo y gas natural", dentro del cap. 18: Recursos energéticos no renovables.

punto, los precios aumentarán por la refinación de petróleo no convencional, por la explotación de reservas más profundas o localizadas en lugares de difícil acceso o con condiciones climáticas desfavorables y/o por la disminución de la oferta, a menos que la demanda disminuya considerablemente.[23] ¿Cuándo alcanzará la producción de petróleo su punto máximo? ¿Es posible una disminución considerable de la demanda? ¿Se postrará la civilización contemporánea aunque no ocurra un desecamiento repentino?

Los estudios realizados por Colin Campbell; Richard Duncan; Richard Duncan y Walter Youngquist; y Colin Campbell y Jean H. Laherrère, señalan que la producción de petróleo convencional a nivel mundial alcanzará su punto máximo entre 2010 y 2020, quizá antes.[24] Con relación a la demanda, la Agencia Internacional de Energía (AIE) prevé lo siguiente (proyecciones hasta el 2030): el uso de energía crecerá inexorablemente, se estima el 1.7 % anual; los combustibles fósiles abastecerán más del 90 %; alrededor del 1.6 % anual aumentará la demanda mundial de petróleo.[25] C. Campbell y Laherrère indican que para 2020 la demanda del hidrocarburo se incrementará en 60 % y advierten que lo que nuestra sociedad enfrentará pronto, quizá antes de 2010, es el fin del petróleo abundante y barato del que dependen todas las naciones industriales.[26] La AIE señala la necesidad de desarrollar tecnología que sustituya al petróleo, ya

---

[23] C. Campbell y J. H. Laherrère, *op. cit.,* 1998, véase la presentación del artículo.
[24] C. Campbell, *op. cit.*, 2002, véase la Figura 1 y la Figura 3; R. Duncan, "The peak of world oil production and the road to the Olduvai gorge", documento presentado en el *Pardee Keynote Symposia* de la Geological Society of America, Reno, Noviembre 2000; R. Duncan y W. Youngquist, "The world petroleum life-cycle", documento presentado en el *Petroleum Technology Transfer Council Workshop "OPEC oil pricing and independent producers"*, Los Angeles, Octubre 1998, véase la Tabla 1; C. Campbell y J. H. Laherrère, *op. cit.*, 1998, véase la sección "Predicting the inevitable".
[25] Agencia Internacional de Energía (AIE), *World energy outlook 2002*, AIE, París, 2002, véase el Sumario Ejecutivo (Executive Summary).
[26] C. Campbell y J. H. Laherrère, *op. cit.*, 1998, véase la sección "On the down side".

que para el 2020 pronostica la disminución de la producción del petróleo convencional.[27]

Ni el aumento del costo del petróleo ni su agotamiento, aspectos que determinarán el futuro de la civilización en un futuro próximo, son discutidos en el *Programa 21* y en el *Plan de instrumentación* acordado en la Cumbre de Johannesburgo, ni en la teorización sobre el desarrollo sostenible y su crítica.[28] Los organismos internacionales y los gobiernos nacionales no han incluido "el fin del petróleo barato" en sus agendas, sin embargo, se promueven políticas que hacen más dependientes a las economías locales del hidrocarburo. El reto anunciado días antes de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible por James Wolfensohn, presidente del Banco Mundial, demuestra la nula atención prestada a este tema:

> En el año 2050, por primera vez en la historia, habrá más gente viviendo en las ciudades que en las zonas rurales. Sin una mejor planificación, las

---

[27] AIE, *World energy outlook, 2001 insights*, AIE, París, 2001, véase el Sumario Ejecutivo (Executive Summary).

[28] R. Guimarães y A. Bárcena, "El desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe desde Río 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad", en *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*, compilado por E. Leff *et al.*, pp. 15-34, INE-SEMARNAT/PNUMA/UAM, Ciudad de México, 2002; R. Guimarães, *op. cit.*, 2001; N. Middleton y P. O'Keefe, *Redefining sustainable development*, Pluto Press, Londres, 2001; G. Montibeller-Filho, *op. cit*., 2001; N. Pierri, "El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del desarrollo sustentable", en *¿Sustentabilidad?...*, pp. 27-79, 2001; G. Foladori y H. Tommasino, "El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad", en *¿Sustentabilidad?...*, pp. 129-137, 2001, y "Controversias sobre sustentabilidad", Universidad Federal de Paraná y Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2000, <http://www.unilivre.org.br/centro/textos/Forum/controver.htm> [consulta: junio 2002]; R. Fernández, *Gestión ambiental de ciudades. Teoría crítica y aportes metodológicos*, PNUMA, Ciudad de México, 2000; H. R. Leis, *La modernidad insustentable. Las críticas del ambientalismo a la sociedad contemporánea,* Nordan/PNUMA, Montevideo, (1999) 2001; E. Zaccaï, "Développement durable: caractéristiques et interprétations", en *Les Cahiers du CEDD*, No. 4, 1999; A. Lipietz, *¿Qué es la ecología política? La gran transformación del siglo XXI*, Editores Independientes, Buenos Aires, (1999) 2002; V. Urquidi, *op. cit.*, (1999) 2000; E. Leff, *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, Siglo XXI/UNAM/PNUMA, Ciudad de México, 1998; J. M. Naredo, "Sobre el origen, el uso y el contenido del término 'sostenible'", en *Documentación Social*, No. 102: 124-148, 1996.

tensiones ocasionadas por la inmigración y por los cambios de población en todo el mundo podrían generar nuevas revueltas sociales y una desesperada competencia por recursos ya escasos.

Sin embargo, estas tendencias presentan también algunas oportunidades, si los líderes y los responsables de las políticas mundiales que se reunirán en Johannesburgo tienen el valor de comprometerse a adoptar medidas firmes en los próximos 10 a 15 años, y mantienen su compromiso. La mayor parte del capital e infraestructura —viviendas, establecimientos comerciales, fábricas, carreteras, servicios de suministro eléctrico y de agua— que necesitará esta creciente población en los próximos decenios no existe todavía. Si mejoramos las normas, aumentamos la eficiencia y desarrollamos medios de toma de decisiones más participativos, podremos construir este patrimonio con menos tensiones sobre la sociedad y el medio ambiente. De la misma manera, conforme disminuya el ritmo de crecimiento de la población, el crecimiento económico se traducirá más directamente en una reducción de la pobreza y en mayores ingresos *per cápita*; eso, si el desarrollo de los próximos decenios se conduce de manera que no se destruyan los recursos naturales sobre los que se sostiene el crecimiento ni se erosionen valores sociales fundamentales como la confianza.

[...] Todos debemos proteger nuestros bosques y mares de la sobreexplotación. Debemos detener la degradación del suelo y garantizar el uso eficiente de nuestros recursos hídricos. Debemos proteger los ecosistemas y su diversidad biológica, pues son el sostén de todos los bienes y servicios esenciales para nuestras sociedades. Debemos limitar las emisiones de las fábricas, los automóviles y los hogares. Ésa es la razón por la que el logro de un desarrollo sostenible representa un desafío de carácter local, nacional y mundial.

Los países en desarrollo tienen que fomentar la democracia, la integración y la transparencia al tiempo que construyen las instituciones necesarias para gestionar sus recursos. Los países ricos deben aumentar su ayuda,

> apoyar la reducción de la deuda externa, abrir sus mercados a los exportadores de los países en desarrollo y ayudar a transferir las tecnologías necesarias para prevenir las enfermedades y, especialmente, para aumentar el uso eficiente de la energía y reforzar la productividad agraria.[29]

Las políticas sociales, económicas y ambientales promovidas internacionalmente para transitar a un desarrollo sostenible desconocen el factor petróleo. Se confía en la innovación tecnológica y en programas de ahorro (eficiencia energética) para continuar con el abastecimiento y evitar un dramático aumento del precio,[30] sin considerar que la nueva tecnología petrolera y el gas natural sólo retardarán unos pocos años lo inevitable y que ningún país al finalizar la década de 1990 contaba con infraestructura o programas para transitar a una economía pospetróleo.[31] El hidrocarburo sigue siendo el principal recurso energético: en 2000 abasteció el 34.9 % de la demanda mundial; las energías alternativas (eólica, solar, geotérmica, etc.) sólo contribuyeron con el 0.5 %.[32] Debemos recordar que se espera un incremento en la demanda de petróleo.

Toda propuesta de sostenibilidad ajena a los límites tanto ecológicos como energéticos es inadecuada. Regresando al discurso de Wolfensohn: ¿el uso eficiente de la energía y el reforzamiento de la productividad agraria llevan a la sostenibilidad? A continuación señalaré, apoyado en la obra de varios autores, el papel del petróleo como energético y como componente de la agricultura industrial, su rol central en la configuración de la complejidad social del mundo contemporáneo.

---

[29] J. Wolfensohn, "El reto de Johannesburgo", en *Reforma*, Ciudad de México, p. 8A, 22 de agosto de 2002.

[30] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), *The world in 2020. Towards a new global age*, OCDE, París, 1997, veáse la sección "Meeting food and energy needs", dentro del cap. 3: Responding to policy challenges.

[31] C. Campbell y J. H. Laherrère, *op. cit.*, 1998, véase la sección "On the down side"; C. Campbell, *op. cit.*, 1997, véase el cap. 15: Synthesis.

[32] AIE, *Key world energy statistics from the IEA*, AIE, París, 2002, véase el cap. 1: Supply.

- Energía

Para el Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD), la humanidad enfrenta los siguientes problemas energéticos: al menos una tercera parte de la población mundial no tiene acceso a la energía comercial (combustibles fósiles y electricidad), sufriendo por esta razón dificultades productivas, económicas e inseguridad; el sistema energético actual no es capaz de sostener un crecimiento económico vigoroso; el impacto ambiental causado por la producción y el uso de energía amenaza la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.[33] Los desafíos que se desprenden de esta situación fueron uno de los temas centrales de la Cumbre de Johannesburgo, pero, insisto, no se ha planteado la transición a la era pospetróleo. El esplendor o ruina de una civilización es consecuencia de su capacidad energética.

A. Determinismo energético

Los trabajos de Leslie A. White, Howard T. Odum y Richard Barnet son pioneros en el tema energía/sostenibilidad. L. A. White teorizó en la década de 1950 sobre la evolución cultural y el determinismo tecnológico; en los sesenta, H. T. Odum analizó el papel de los combustibles fósiles en la conformación de las sociedades industriales; a finales de los setenta, Barnet señaló el comienzo de la era pospetróleo.

1) *Leslie A. White: energía y cultura*. El grado de desarrollo cultural, indica L. A. White, es proporcional a la cantidad de energía aprovechada: la segunda ley de la termodinámica[34] gobierna el surgimiento y la caída de las culturas. El poder

---

[33] PNUD, *op. cit.*, 2000, véase el cap. 2: Energy and social issues, el cap. 3: Energy, the environment, and health, y el cap. 4: Energy security.
[34] Siempre que se usa energía, o se hace un trabajo, disminuye la cantidad de energía utilizable: se dispersa en forma de calor en el ambiente. La degradación de la energía de un sistema o la disminución de la energía utilizable aumenta el desorden (entropía).

movilizador de una cultura es su tecnología, a través de ella la energía es controlada y puesta a trabajar, pero la magnitud de este poder siempre es finita, sin importar qué tan grande sea. La principal función de los sistemas culturales es la obtención y utilización de energía para ponerla a trabajar en servicio del ser humano. Los sistemas culturales emplean la energía para mantenerse y extenderse; la extensión es cuantitativa y cualitativa, la primera se hace por multiplicación, la segunda a través del desarrollo de formas superiores de organización y concentración de energía. El grado de organización de cualquier sistema material es proporcional a la cantidad de energía que ha acumulado. El grado de desarrollo de un sistema cultural es proporcional a la eficiencia y economía de los medios mecánicos por medio de los cuales la energía es controlada, utilizada y expandida. La mayor diferenciación estructural y especialización funcional de una cultura es consecuencia de un mayor control y una mayor utilización de energía *per cápita*. Los sistemas culturales operan, además del control y la utilización de la energía, a través del empleo de ésta en la producción de bienes y servicios.

Resumiendo: la cultura se desarrolla cuando: a) se incrementa la proporción energía no humana/energía humana; b) aumenta la cantidad de bienes y servicios producidos por unidad de trabajo humano; c) aumenta la eficiencia de los medios de control energético; d) la energía utilizada *per cápita* por año aumenta. La cultura retrocederá, a pesar de que las herramientas y las máquinas fuesen perfectas —y precisamente por su perfección— si el incremento de energía utilizada *per cápita* por año disminuye. El desarrollo cultural no sólo es consecuencia de la inteligencia, los altos ideales y la determinación: se necesita energía.[35]

---

[35] L. A. White, *The evolution of culture,* McGraw-Hill, Nueva York, 1959, véase el cap. 2: Energy and tools.

2) *Howard T. Odum: combustibles fósiles y poder*. Las conclusiones de los análisis de H. T. Odum sobre la dinámica energética de la sociedad industrial siguen siendo útiles para entender el funcionamiento de nuestra civilización. Indica que sólo una pequeña parte del total de la energía controlada en las sociedades industriales es procesada por humanos o por trabajo humano, la mayor cantidad de los flujos de energía ocurre en las máquinas del sistema. Compara la presencia "imprevista" del sujeto industrial en la biosfera con un acuario en equilibrio en el que son incorporados animales más grandes: el consumo temporalmente excede a la producción, se acumulan los compuestos generados por la respiración, el equilibrio se trastorna, los alimentos escasean cada vez más... hasta que su producción aumenta de manera suficiente y la respiración es balanceada; en algunos sistemas, el balance se alcanza de nuevo sólo después de que los consumidores más grandes, que son los que originalmente rompieron el equilibrio, mueren. El ser humano ha desarrollado un sistema conformado por mecanismos especializados gigantescos.

Señala H. T. Odum que la prosperidad de la cultura moderna depende del gran flujo de energía derivada del petróleo colocada en la maquinaria, y no del virtuosismo y dedicación humana y de los diseños políticos. Los asuntos públicos críticos tienen una base energética; los programas de las políticas públicas deben ser limitados y acondicionados dentro del presupuesto energético global. El ser humano requiere para su sustento, por una parte, procesos que proveen estabilidad, reservas, protección, y por otra, una serie de controles entrelazados que regulan sus múltiples y complejas necesidades; debe conservar la vieja red de especies vegetales y animales que desempeñan estas funciones o establecer, con subsidio energético, nueva maquinaria para reemplazarla. Sin embargo, en la medida en que el ser humano recibe más energía de los combustibles fósiles depende más de su propia sociedad y menos de la red de especies naturales; también será capaz de mejorar la productividad mientras enfrente límites que puedan ser sustituidos gracias a estos combustibles (como la escasez de agua o

la disminución de minerales). Debido a que el potencial de almacenamiento energético es la base del poder y una parte fundamental de todos los procesos, incluyendo acciones de control, debemos considerar el determinismo energético como el principio cuantitativo que guía los eventos en los sistemas. Si una filosofía de gobierno o un idealismo particular ejerce una forma de control contraria a los hechos "duros" de la distribución de energía, el sistema fallará. Las leyes de la termodinámica también son principios básicos de la ciencia política, como los son de cualquier proceso en la Tierra. Una organización política exitosa mantiene ciclos de refuerzo energético; la insuficiencia energética no permitió a las comunidades primitivas desarrollar un orden superior, la acumulación de poder permitió la expansión de algunos grupos, pero éstos siempre desaparecieron cuando la fuente de energía se volvía inasequible.

La actual organización del mundo no hubiera sido posible antes de que los combustibles fósiles llegaran a ser un subsidio de energía mayor; Occidente, apunta, fue capaz de controlar extensas regiones de otros continentes sólo cuando pudo contar con un exceso considerable de *inputs* calóricos, que destinó para integrar sistemas de comunicación, organizaciones gubernamentales y despliegues militares, así como para satisfacer las prerrogativas individuales. Un sistema, para sobrevivir y mantener una posición competitiva, debe ahorrar la mayor cantidad de energía posible en cada situación que enfrente y procesar este almacenamiento en actividades que refuercen su futura estabilidad y supervivencia. El costo energético que aumenta con la construcción progresiva de nuevas instituciones y su mantenimiento nunca debe ser superior al almacenamiento de *inputs* energéticos; se requerirán medios para disminuir la estructura si el flujo de combustible disminuye.

Mientras la humanidad avanza gracias al exceso de combustibles fósiles está creando un sistema enorme de *inputs* y *outputs* que nunca ha existido; nuevos *outputs* son los insecticidas, los detergentes, los desechos de pulpas, los flujos de

metales tóxicos, el agua cargada con lodos orgánicos pesados, los desechos radiactivos, etc.; nuevos *inputs* son las excavaciones de los yacimientos fósiles, la destrucción masiva de la superficie terrestre, la interrupción del ciclo del agua, la ocupación de las mejores superficies fotosintéticas, etc.; al ser los desperdicios de la sociedad industrial nuevos en calidad, no ha evolucionado aún un sistema de organismos capaz de utilizarlos. H. T. Odum no discute a fondo el impacto que traerá el descenso de las fuentes de energía, sólo plantea si la humanidad podrá regresar a una posición energética menor sin experimentar un colapso cultural.[36]

3) *Richard Barnet: petróleo y civilización*. "El mundo ya está en el centro de una transición a una civilización pospetróleo", escribió Barnet en 1980, quien fundamentó sus observaciones a partir de los estudios de M. King Hubbert, influyente geólogo que pronosticó en la segunda mitad de la década de 1950 que la producción de petróleo en Estados Unidos alcanzaría su máximo en 1969 (esto ocurrió en 1970) y planteó por primera vez el problema de los rendimientos decrecientes en la obtención del hidrocarburo, advirtiendo que los nuevos descubrimientos demandaban más trabajo para obtener el recurso.[37]

Cada generación es por definición una era de transición, señala Barnet, pero nuestro tiempo presagia grandes cambios en la organización del planeta: la era del petróleo está llegando a su fin, esto no significa que todo el petróleo va a desaparecer sino que la demanda superará las reservas *disponibles*. La crisis de la civilización industrial ocurrirá mucho antes de que las reservas de petróleo se agoten o incluso antes de que el consumo supere a la producción; las reservas podrán ser altas, pero una situación en la que el petróleo no podrá ser entregado a tiempo a los usuarios (para mantener las fábricas funcionando, los autos en movimiento, los hogares calientes, etc.) es la definición de esta crisis.

---

[36] H. T. Odum, *Environment, power, and society*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1971, véase el cap. 4: Power basis for man, el cap. 7: Power and politics, y el cap. 10: Partnership with nature.
[37] Los cálculos que prevén el descenso de la producción del petróleo convencional para antes de 2020 se basan en el modelo desarrollado por Hubbert.

Para este autor el aspecto central no es el número de barriles aún existentes en la Tierra o cuánto petróleo puede producirse en *X* número de años, sino quién obtiene el petróleo que está disponible ahora. La energía, indica, es el recurso que nos permite tener acceso a otros recursos (combustibles, minerales, alimentos, agua), para entender la escasez debemos analizar su relación: si la energía fuese ilimitada, sería posible producir cantidades infinitas de agua potable a partir del mar, sintetizar alimento para miles de millones de personas o excavar ricos depósitos minerales en las profundidades de la Tierra o en el espacio exterior, pero no lo es. Apunta que el progreso es un matrimonio "misterioso" entre creatividad y saqueo; la civilización ha florecido cuando los seres humanos han ideado nuevas formas de organización productiva y vida social, pero esto se ha hecho usualmente robando bienes. La revolución industrial y el imperialismo moderno son interdependientes: sin la energía y el poder generados rápidamente en las economías industrializadas, el poder militar que subyugó continentes enteros no se hubiese desarrollado. El rápido y fácil acceso a las materias primas de otros continentes permitió la expansión industrial y el enriquecimiento extraordinario de los beneficiarios del imperialismo.

Barnet propone una estrategia para enfrentar la escasez, la cual denomina "políticas de supervivencia": 1) reconocer que cada persona tiene derechos políticos y económicos y tiene el derecho absoluto para gozar de un mínimo decente de los recursos del mundo; 2) proteger las comunidades a través del cambio de la definición de "economía sana": de una que pone énfasis en el balance de la economía mundial o nacional a una que insista en que las comunidades donde la gente vive deben estar en equilibrio (comunidad sana — física, económica y espiritualmente) y no ser simples apéndices de economías distantes fuera de su control. Subraya la necesidad de aumentar la autosuficiencia de las economías locales, para esto sugiere cambiar las políticas comerciales que mantienen las inequidades e invertir el dinero de los impuestos recaudados en la

localidad en desarrollar bancos e instituciones que revitalicen la economía y sistemas energéticos con base en la comunidad.[38]

Las observaciones de L. A. White, H. T. Odum y Barnet nos permiten entender la sentencia de Tyler Miller: la sociedad industrial ha caído en la "trampa de la entropía". La principal característica de cualquier sociedad industrial avanzada, precisa, es un flujo siempre creciente de recursos materiales y energía de alta calidad para mantener el orden (baja entropía) en las instituciones y organizaciones que conforman lo que llamamos civilización. Sin embargo, esta sociedad ha aumentado la entropía del ambiente a mayor velocidad que cualquier otra en la historia de la humanidad: para mantener su orden produce más desorden en el entorno.[39]

B. Colapso

El descenso de las reservas de petróleo hace necesario prever el colapso del actual modelo civilizatorio, en qué puede consistir. Los estudios realizados sobre el colapso de diversas sociedades complejas nos permitirán visualizar los posibles escenarios que se presentarán con el fin del petróleo barato; para este propósito, expondré los planteamientos de Joseph Tainter, Norman Yoffee, Herbert Kaufman, George Cowgill y Shmuel Eisenstadt.

1) *Joseph Tainter: rendimientos decrecientes*. El colapso, indica Tainter, basado en sus estudios de las civilizaciones antiguas —principalmente el Imperio Romano y la sociedad Maya clásica—, es un proceso sociopolítico. Una sociedad ha colapsado cuando muestra, en pocas décadas, una rápida y significativa pérdida

---

[38] R. Barnet, *The lean years. Politics in the age of scarcity*, Simon & Schuster, Nueva York, 1980, véase el cap. 1: The scarcity puzzle, el cap. 5: Minerals: The rocks of civilization, y el cap. 11: The politics of survival.
[39] T. Miller, *op. cit*., (1992) 1994, véase la sección "La primera y la segunda leyes de la energía", dentro del cap. 3: Los recursos, materia y energía: Tipos y conceptos.

de complejidad sociopolítica, la cual trae consecuencias en la economía, el arte, la literatura, etc. El colapso se manifiesta en aspectos como: un menor grado de estratificación y diferenciación social; una menor especialización económica y ocupacional de individuos, grupos y territorios; un menor control centralizado (menor regulación e integración de diversos grupos económicos y políticos por elites); una menor reglamentación y control de las relaciones sociales; una menor inversión en los epifenómenos de la complejidad (los elementos que definen el concepto de civilización: arquitectura, arte, manifestaciones culturales, etc.); un menor flujo de información entre individuos, entre grupos económicos y políticos, entre el centro y la periferia; una menor repartición, comercio y redistribución de recursos; una menor coordinación y organización general de individuos y grupos; un territorio más pequeño es integrado dentro de una unidad política sencilla.

Para construir su teoría, Tainter parte del análisis del papel de la energía en la evolución social. Señala que las sociedades humanas, las interacciones sociales, las organizaciones políticas y las instituciones son mantenidas por un continuo flujo de energía. Los mecanismos a través de los cuales los grupos humanos adquieren y distribuyen los recursos básicos son integrados y condicionados por instituciones sociopolíticas. El flujo de energía y la organización sociopolítica son lados opuestos de una ecuación: ninguna puede existir sin la otra, ninguna puede sufrir un cambio sustancial sin alterar a la otra y al balance de la ecuación. Es más costoso mantener a las sociedades complejas que a las simples, ya que requieren un nivel mayor de sustento *per cápita*: en la medida que las sociedades aumentan su complejidad, son creadas más redes entre los individuos y más controles jerárquicos para regular estas redes, es procesada más información, hay una mayor centralización del flujo de información, hay una mayor necesidad de mantener especialistas no involucrados directamente en la producción de recursos, etc. La totalidad de esta complejidad depende del flujo de energía. La complejidad es una respuesta (solución) a los problemas percibidos, su habilidad para resolverlos se basa, en parte, en la proporción beneficios/inversión; si esta

proporción no es favorable, la complejidad no es una estrategia exitosa. Los costos y beneficios de invertir en complejidad son, como la relación energía/organización, polos opuestos de una ecuación. En muchas esferas cruciales, la continua inversión en complejidad sociopolítica alcanza un punto donde los beneficios de esta inversión comienzan a declinar, primero gradualmente, después con mayor fuerza. Por lo tanto, no sólo una población asigna más y más recursos para mantener la evolución social, sino después de cierto punto, cantidades más grandes de esta inversión producirán incrementos más pequeños de los rendimientos. Los rendimientos decrecientes, concepto ya manejado en el siglo XIX por la economía clásica,[40] son un aspecto recurrente de la evolución sociopolítica y de la inversión en complejidad; en general, pueden presentarse en alguna de las siguientes condiciones: a) costos aumentando, beneficios constantes; b) costos aumentando más rápido, beneficios aumentando (no en proporción a los costos); c) costos constantes, beneficios cayendo; d) costos aumentando, beneficios cayendo. Si se desea estudiar el colapso de cualquier sociedad compleja, estas condiciones deben buscarse.

Tainter resume su planteamiento en cuatro puntos: 1) las sociedades humanas son organizaciones que resuelven problemas; 2) los sistemas sociopolíticos requieren energía para mantenerse; 3) el incremento de complejidad trae consigo el aumento de costos *per cápita*; 4) la inversión en complejidad sociopolítica como una respuesta para resolver problemas, frecuentemente alcanza un punto de rendimientos decrecientes.

Al analizar el comportamiento seguido en la explotación de recursos, minerales y energía, indica que el patrón de utilización es determinado por su fácil descubrimiento, extracción, procesamiento, distribución y uso. Serán utilizados primero los recursos mejor localizados y cuando éstos no sean suficientes serán

---

[40] David Ricardo, Thomas Malthus y John Stuart Mill mostraron preocupación por las tasas de beneficio decrecientes.

empleados los recursos secundarios. En la industria del petróleo contemporánea, la extracción de depósitos menos accesibles a través de técnicas secundarias y terciarias de recuperación genera un producto con un costo monetario sustancialmente mayor pero sin más valor energético. Con el incremento de la demanda de artículos de consumo a nivel global, el aumento de la productividad económica en cualquier punto del planeta significará el agotamiento o la insuficiencia de los costosos e ínfimos yacimientos. En todos los aspectos de la vida social, en general, se invierte primero en las soluciones menos costosas, cuando éstas dejan de producir beneficios la presión que produce la complejidad determinará una tendencia más costosa.

Dos factores pueden provocar que una sociedad se exponga al colapso: primero, invertir cada vez más en una estrategia que produce proporcionalmente menos; segundo, que algunos sectores de la sociedad perciban la complejidad social (especialización, diferenciación, centralización) como una estrategia menos atractiva, lo que conducirá a una política de separación o desintegración. Tainter subraya que el colapso no es una caída a un estado caótico (el colapso suele relacionarse como algo catastrófico), sino un regreso normal a una condición humana de menor complejidad: es un ajuste sociopolítico y organizacional para obtener beneficios implementando otro modelo económico. Si la complejidad produce cada vez menos utilidades, la reducción de ésta es una alternativa económica racional, no una catástrofe.

En las sociedades antiguas, la solución ante un estado económico de rendimientos decrecientes era obtener un nuevo subsidio energético; en la actualidad, en un mundo repleto con una economía que es activada por fuentes de energía almacenada, esto no es posible (nunca fue satisfactorio de manera permanente); es de esperarse el estancamiento o el descenso del nivel de vida en las sociedades industriales. Con el agotamiento del petróleo, el capital y la tecnología existentes se dirigirán hacia nuevas y más abundantes fuentes de

energía, pero un subsidio energético para mantener la complejidad social siempre será esencial.[41]

En un trabajo posterior, Tainter analiza el costo en complejidad (energético) que requiere resolver problemas económicos y ambientales. Una parte central de nuestra respuesta a estos problemas, señala, ha sido aumentar el nivel de conocimiento, educación e investigación. Al surgir soluciones prácticas, los gobiernos instrumentan medidas y burocracias para ejecutarlas y desarrollan nuevas tecnologías. Cada uno de estos pasos aparece como una solución práctica para un problema específico, pero estos pasos prácticos aumentan la complejidad, suben los costos y la solución de problemas experimenta una situación de rendimientos decrecientes: la regulación burocrática genera más costos en complejidad. Suele sugerirse que el comportamiento ambiental debe generarse a través de incentivos fiscales en lugar de regulaciones; este enfoque presenta ventajas, pero no considera el problema de la complejidad y no reduce la totalidad de los costos de regulación como se piensa, ya que estos costos serán encausados a las autoridades fiscales y, por lo tanto, a la sociedad en su conjunto. No es que la investigación, la educación, la regulación y las nuevas tecnologías no puedan solucionar nuestros problemas, apunta, quizá con inversión suficiente puedan hacerlo; la dificultad es que estas inversiones son costosas y requerirán una mayor parte del PIB. Considerando el comportamiento de los rendimientos decrecientes en la solución de problemas, enfrentar los temas ambientales de una manera convencional significa que más recursos serán destinados a la ciencia, la ingeniería y el gobierno, pero ante una situación de recesión económica esto traerá un descenso en el nivel de vida de la población. Ante el hecho de que la solución de problemas aumenta la complejidad y con esto los costos, el comportamiento de los rendimientos decrecientes tiene implicaciones significativas

[41] J. Tainter, *The collapse of complex societies*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988, véase el cap. 4: Understanding collapse: the marginal productivity of sociopolitical change, y el cap. 6: Summary and implications.

para la sostenibilidad. Una característica de una sociedad sostenible será contar con un sistema sostenible para resolver problemas: que cuente con rendimientos mayores o estables o que su decrecimiento pueda ser financiado con un subsidio energético. Mantener la estructura política que requiere la inversión en complejidad demanda un mayor abastecimiento de energía *per cápita*, ya sea a través de un incremento de la disposición física de energía o por innovaciones técnicas, políticas o económicas que disminuyan el costo energético del estilo de vida de la sociedad contemporánea. Pero para descubrir estas innovaciones se necesita energía, aspecto que subraya las restricciones de la relación energía/complejidad.[42]

2) *Norman Yoffee: centralización*. El colapso se presenta, indica Yoffee, cuando la totalidad de un sistema sociocultural se descompone en grupos formalmente instituidos cuya acción puede complementarse y oponerse, facilitando la posibilidad de que ocurra tanto la estabilidad como la inestabilidad de las instituciones sociales que integran dicho sistema. Los sistemas complejos jerárquicos están mal adaptados porque la diversidad y la flexibilidad progresivamente disminuyen en ellos: una red de sistemas sobreespecializados interconectados está mal equipada para enfrentar estrés en las líneas de comunicación y producción.

Cuando los recursos se agotan o no pueden ser eficientemente distribuidos, acontece el colapso o una revolución. La investigación de la variabilidad institucional y las dificultades en el mantenimiento de las instituciones políticas centralizadas indica la preocupación existente con la manera como los sistemas políticos manejan sus recursos productivos, asunto relacionado con la base ambiental de la estabilidad política. El colapso no debe ser explicado a través de

---

[42] J. Tainter, "Complexity, problem solving and sustainable societies", en *Getting down to Earth: Practical applications of ecological economics*, editado por R. Constanza *et al.*, pp. 61-76, Island Press, Washington, 1996, véase la sección "Problem solving, energy, and sustainability".

una analogía orgánica (el punto final de un decaimiento); debe ser investigado como una reestructuración drástica de las instituciones sociales en la ausencia de un centro político. El colapso, en general, se presenta cuando el centro deja de ser capaz de tomar recursos de la periferia, pierde la legitimidad a través de la cual podía "arrancar" bienes y servicios.

El proceso de colapso ocasiona la disolución de las instituciones centralizadas que facilitaron la transmisión de recursos e información, la resolución de disputas intergrupales y la legítima expresión de componentes organizacionales diferenciados. El mantenimiento de esas instituciones demanda flexibilidad, una resiliencia de respuestas a las presiones que son producidas constantemente, a menudo de manera contradictoria, por los diversos grupos competitivos existentes en la periferia y dentro del mismo centro, así como por amenazas externas o políticas expansionistas. Puede provocar el colapso una estrategia maximizadora en la cual el centro político canaliza recursos y servicios para sí mismo, en vez de para fines sociales, erosionando como consecuencia el apoyo y la legitimación de la periferia.

Las consecuencias del colapso son el desastre económico, la subversión política y la desintegración social. Yoffee apunta que lo que sucede después del colapso es tan importante como el proceso de colapso en sí. El colapso es una descomposición política, una reestructuración institucional, una transformación social en donde ocurren cambios en la cantidad y calidad de fenómenos materiales, en la economía, la tecnología, la demografía y, especialmente, en los aspectos políticos de la vida social. El "colapso de un Estado" es una frase con una obvia referencia política: la desintegración de un sistema político grande y centralizado en varias unidades políticas autónomas más pequeñas en las que la

especialización permanente de los roles gubernamentales no está más en evidencia.[43]

3) *Herbert Kaufman: organización*. Kaufman analiza el colapso de los Estados y las civilizaciones antiguas como un problema organizacional. La desintegración política, indica, no es el único indicador de colapso. Este término suele estar asociado con una reducción de la capacidad de la gente para alimentarse, vestirse, construir y mantener su vivienda y defenderse a sí mismos, como consecuencia de los problemas políticos. Con el colapso, la calidad y el estándar de vida, los lazos, la productividad y seguridad de la población se reducen, disminuyendo bruscamente el número de habitantes y desapareciendo, en algunas ocasiones, del área afectada. Sin embargo, apunta, la disolución política no es independiente de otros cambios en la sociedad.

Aunque la desintegración de las instituciones políticas es una característica principal del proceso de colapso, éste debe ser analizado como un problema organizacional: lo que las instituciones políticas hacen es proveer un ambiente y los medios para que la gente dentro de sus juridicciones pueda prosperar. Indica, mirando a la antigüedad, que los órganos centrales no hacían el trabajo que nutría, protegía y aseguraba a la población, pero facilitaban sus actividades. Cuando la efectividad de los órganos centrales disminuía, la unidad de la gente se veía afectada, la sobrevivencia de su orden político, económico y social se ponía en riesgo. Kaufman cuestiona por qué ocurría esto, por qué los sistemas pasaban de una espiral ascendente, o al menos de equilibrio, a una descendente, y por qué algunos Estados florecieron a pesar de esas dificultades. Las disfunciones ocurrían, señala, por el deterioro de los órganos centrales de gobierno, es decir, por la incapacidad de la maquinaria Estatal para efectuar los servicios y entregar los subsidios que proveía previamente; esto era consecuencia de eventos

[43] N. Yoffee, "Orienting collapse", en *The collapse of ancient states and civilizations*, editado por N. Yoffee y G. Cowgill, pp. 1-19, The University of Arizona Press, Tucson, 1988.

exógenos y de resquebrajaduras de tipo social dentro de las instituciones (factores endógenos). Dentro de los factores exógenos, al interior de las fronteras de la unidad política, menciona: sequías prolongadas; fallas repetidas en la agricultura; inundaciones; epidemias; agotamiento de recursos minerales; agotamiento de la fertilidad del suelo; y fuera de las fronteras: modificaciones en los intercambios comerciales (pérdida de los beneficios económicos obtenidos) y guerras (los recursos se enfocan a las fuerzas militares). Dentro de los factores endógenos considera: divisiones al interior de los grupos y círculos gobernantes; perspectivas que no consideran la complejidad del mundo; ambición de poder y el destrozo o fragmentación de la maquinaria administrativa debido a la acción de las autoridades locales o la competencia entre provincias. Los eventos internos tienen consecuencias externas, los eventos externos son internalizados.

Dos factores parecen haber revertido la espiral descendente: la adquisición de nuevos recursos y la aparición de líderes extraordinarios; ambos estaban asociados con un mejoramiento del estándar de vida y un incremento de los servicios gubernamentales. Los recursos son el "combustible" de la prosperidad, éstos dependen de diversas variables (tecnológicas, ambientales, económicas, etc.), así como éstas dependen de los recursos. La abundancia de recursos tiene un peso específico en la sobrevivencia de algunos sistemas políticos por períodos largos.[44]

4) *George Cowgill: ingresos*. Para explicar cómo y por qué los grandes Estados fallan, señala Cowgill, es necesario entender las conexiones entre la política y los fenómenos económicos, sociales, tecnológicos y ambientales, así como las conexiones entre la política y las ideologías mediante las cuales la gente cree, piensa y siente. Todas las instituciones, especialmente los Estados, deben tener recursos a su disposición para persistir (bienes, servicios, dinero). Muchos

[44] H. Kaufman, "The collapse of ancient states and civilizations as an organizational problem", en *The collapse of ancient...*, pp. 219-235, 1988.

recursos caducan o se gastan con su uso, por lo que deben sustituirse constantemente; asimismo, los recursos y los "medios durables" (edificios, fortificaciones, caminos, obras hidráulicas, etc.) requieren gastos para su mantenimiento. En otras palabras: los Estados necesitan suficiente ingreso para hacer lo que hacen. Esta cuestión, advierte Cowgill, no recibe mucha atención por parte de la gente. El problema fundamental que enfrentan los Estados es contar con un ingreso que sea mayor o igual a sus gastos. Puede haber déficits, pero el Estado debe, de alguna manera, mantener por un tiempo prolongado el acceso a cantidades suficientes de bienes y servicios. Sin embargo, lo crucial no es contar con una cantidad absoluta de ingresos que exceda a los gastos, sino, considerando que las reservas son finitas y perecederas, que los gastos no pueden exceder el ingreso por mucho tiempo.

Los procesos que reducen los ingresos son diferentes de aquellos que incrementan los costos. Si la expansión acelerada de un Estado depende fuertemente de obtener (capturar) ingresos, está "viviendo" del capital, es decir, haciendo gastos a una proporción que no podrá ser sostenida por mucho tiempo por los territorios conquistados; el Estado tiene que encontrar maneras de reducir rápidamente sus gastos o colapsará. A menudo, sin embargo, un Estado grande controla territorios que, en términos ambientales y de la tecnología disponible, pueden producir un gran ingreso por mucho tiempo.

Al menos cinco aspectos pueden reducir el ingreso de la autoridad central: 1) el incremento de la exención de impuestos (algunos son beneficiados, fortalecidos, adquieren autonomía, mientras otros son debilitados, se les "carga la mano"); 2) las provincias aumentan sus ganancias afectando la recaudación del centro; el centro al intentar fortalecerse afecta a la población, ya que le carga más impuestos; 3) decae la productividad de los recursos gravados, esto puede ser consecuencia de cambios ambientales, ante los cuales el Estado y la sociedad no reaccionan, sin embargo, en algunos casos son intereses políticos los que

producen la sobreexplotación, dañando considerablemente los recursos que dan ganancias; los gobiernos centralizados con frecuencia hacen demandas que sólo pueden satisfacerse dañando la capacidad de producción a largo plazo; una variante de esta clase de problemas ocurre cuando el daño no se produce en el ambiente físico, sino en las familias o en las instituciones productivas a través de una mayor extracción de impuestos: el gobierno provocará que se queden sin recursos o sin la voluntad de ser más productivos; 4) la pérdida de control político en los territorios; 5) siguiendo a Kaufman, se presente una reducción del comercio exterior lucrativo, a menudo por razones que están más allá del control del Estado.

Por otra parte, el Estado aumenta sus costos reales, aparte del incremento debido a la inflación, por: 1) la necesidad de gastar (hacer) más por sufrir amenazas militares; 2) la necesidad de gastar (hacer) más para solucionar problemas ambientales (que suelen ser causados por su propia actividad); 3) la necesidad de proveer más servicios ante el crecimiento poblacional; 4) la necesidad de hacer más al existir entre la población nuevas expectativas sobre los servicios Estatales; 5) un uso menos efectivo de las rentas públicas debido a la proliferación de la burocracia y/o al incremento de la corrupción, la rigidez, la incompetencia, la extravagancia y la ineficiencia.[45]

5) *Shmuel Eisenstadt: más allá del colapso*. Para Eisenstadt, el colapso en sólo un caso extremo de la reestructuración de los límites de los sistemas sociales y políticos. La interacción entre los límites políticos, económicos, culturales, sociales, etc., son cruciales para el entendimiento de las causas, dimensión y consecuencias institucionales del colapso. Para entender su dinámica se requiere no sólo analizar las relaciones en los límites de las organizaciones sociales, sino también investigar la red de mecanismos de control dentro y entre las diversas organizaciones: cómo el poder es regulado, cómo la confianza es construida, cómo el significado es establecido en el orden social. Este orden es consecuencia

[45] C. Cowgill, "Onward and upward with collapse", en *The collapse of ancient...*, pp. 244-276, 1988.

del flujo de recursos y energía y de la construcción del sentido social, que es el que regula el poder y establece la confianza.

Los Estados y las civilizaciones antiguas no colapsaron del todo, si por colapso, señala Eisenstadt, se entiende la pérdida completa de esos sistemas políticos y sus manifestaciones civilizatorias acompañantes. La investigación del colapso de los Estados y civilizaciones antiguas realmente demanda identificar las diversas clases de reorganización social en ese tipo de sociedades y ver el colapso como parte de un proceso continuo de reconstrucción de límites (políticos, sociales, culturales, económicos). El colapso, lejos de ser una anomalía, tanto en el mundo real como en la teoría de la evolución social, presenta, en su forma "dramática", no el final de las instituciones sociales, sino, casi siempre, el comienzo de otras (nuevas). La investigación del colapso nos permite entender mejor las raíces del presente.[46]

C. 1973

Todo ejercicio que pretenda esbozar los posibles escenarios que se presentarán con la crisis del petróleo de los próximos años debe revisar lo acontecido durante la crisis del petróleo de la década de 1970.

Los eventos registrados los últimos meses de 1973 en las naciones capitalistas serán el centro de nuestro análisis. No presentaré los antecedentes históricos y las causas de la crisis,[47] lo relevante para el tema que aquí se discute es destacar los efectos en el mundo desarrollado del dramático incremento del coste del petróleo crudo (el precio del barril pasó de 2,90 dólares a mediados de 1973 a 11,65 dólares a finales del mismo año). Todas las naciones capitalistas industrializadas

---

[46] S. Eisenstadt, "Beyond collapse", en *The collapse of ancient...*, pp. 236-243, 1988.

[47] Yergin abunda al respecto. D. Yergin, *op. cit*., (1991) 1992, véase el cap. 27: El hombre del hidrocarburo, el cap. 28: Los años del cambio: países contra compañías, y el cap. 29: El arma del petróleo.

fueron víctimas del embargo petrolero impuesto por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), su consumo del hidrocarburo aumentó considerablemente durante la década de 1960 gracias a su bajo costo, conforme aumentaba el consumo aumentaba su dependencia del abasto de las naciones árabes de Medio Oriente, los recortes de producción y las restricciones de exportación decretadas por la OPEP el 20 de octubre de 1973, alteró irrevocablemente el mundo, poniendo fin al desarrollo experimentado por Occidente durante el período de posguerra. El embargo llegó de sorpresa y conmocionó a todos, ya que se vivía desde meses antes un tenso equilibrio entre la oferta y la demanda —algunos analistas ya esperaban una crisis, pero no de las dimensiones con las que se presentó—. Fueron meses de incertidumbre, temor y malestar, ya que se desconocía cuánto petróleo había disponible, la información era confusa. Tanto las compañías petroleras como los consumidores buscaban suministros adicionales no sólo para su uso inmediato sino también para almacenarlos en previsión de una futura escasez; las compras de pánico provocaron una demanda extra y un mayor aumento del precio; la interrupción del suministro regresó a los habitantes de Europa occidental y Japón a los años de la posguerra, a sus privaciones, escasez y amargura, sus logros económicos de las décadas de 1950 y 1960 parecían precarios. En Japón, los temores que surgieron a raíz del embargo crearon una serie de acaparamientos de diferentes productos (el precio del papel higiénico se habría cuadruplicado, como el del petróleo, si el gobierno no hubiese impuesto severos controles; la escasez de petróleo se vio acompañada de escasez de papel higiénico). En Gran Bretaña el desabasto fue más grave por la confrontación de los mineros del carbón con el ministro Heath, que acabó no sólo en huelga sino en una guerra económica total; no había suficiente suministro de petróleo para sustituir rápidamente el carbón en las centrales de generación de energía eléctrica; los suministros de electricidad se interrumpieron, con lo que la industria pasó a tener una semana laboral de sólo tres días; el suministro era tan bajo que no se podía calentar el agua corriente de las viviendas; la economía de la isla estaba paralizada como no lo había estado

desde la escasez del carbón de 1947. Europa occidental vio vacías sus autopistas los fines de semana; bicicletas y carretas tiradas por caballos ocuparon las calles. En Estados Unidos el precio de la gasolina aumentó en un 40 %, ningún otro incremento fue tan visible, inmediato y tuvo efectos tan viscerales como este; no sólo los automovilistas tenían que dar más dinero para llenar sus depósitos, también veían que las estaciones de servicio aumentaban el precio del galón de gasolina prácticamente una vez al día; la escasez fue aun más palpable con la emergencia de las "colas de la gasolina", estas líneas de automóviles se convirtieron en el símbolo más visible del embargo y de su experiencia más directa por parte del público norteamericano.[48]

Los principales efectos del *shock* del petróleo fueron: alta inflación, desempleo y recesión. Esta crisis es el fin de la era del alto crecimiento económico y el pleno empleo en los países capitalistas; comenzó un período de estanflación (alta inflación y bajo crecimiento). Apunta Yergin que el incremento del precio del petróleo favoreció la inflación de diferentes maneras; la más obvia fue la forma como afectó directamente el índice de precios, ya que el lugar del petróleo en la economía industrial era tan relevante que el aumento de su precio tuvo un impacto significativo en el costo de los productos, sin embargo, el precio de sustitutos y alternativas al hidrocarburo también subió y los aumentos salariales y el cambio de las expectativas se reflejó en el índice de inflación. El "impuesto" de la OPEP redujo el ingreso de la población, lo que a su vez disminuyó la demanda doméstica; esto desaceleró la actividad económica y aumentó el desempleo. El *shock* colapsó la productividad y el consumo de Occidente. El crecimiento económico acumulado de las siete naciones capitalistas más poderosas (Alemania Federal, Canadá, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Italia y Japón) pasó de un 46 % en el período 1966-1973 a 21 % en el período 1974-1981; la inflación acumulada, de 44 % a 112 %, y el índice de desempleo pasó de 3.2 % a 5.3 %. El menor crecimiento del mundo industrializado provocó una disminución notable del

[48] D. Yergin, *op. cit.*, (1991) 1992, véase el cap. 30: "Pujando por nuestra vida".

comercio mundial; las oportunidades de exportación de los países subdesarrollados se redujeron. Más aún, el incremento del precio del petróleo afectó profundamente la balanza de pagos de las naciones del tercer mundo, provocando déficits comerciales insostenibles: el gasto en el hidrocarburo pasó de 4.8 mil millones de dólares en 1973 a 47.2 mil millones de dólares en 1981; la deuda a largo plazo pasó de 97 mil millones de dólares en 1973 a 425 mil millones de dólares en 1981. Las políticas adoptadas en los países desarrollados para luchar contra la inflación (restricción monetaria y fiscal) reforzaron la espiral provocada por el impuesto de la OPEP. La estanflación retardó la inversión a largo plazo requerida para aumentar la productividad.[49]

Occidente superó la crisis adoptando políticas de ajuste en materia energética y económica, reorientando: sus patrones de producción y consumo de energía; su balanza comercial y de pagos; y sus relaciones sociales, políticas, de seguridad y culturales (actitudes y valores). En materia energética el ajuste consistió en: la diversificación de los proveedores de petróleo (no depender de la OPEP y aumentar la exploración); la sustitución del petróleo por otras fuentes de energía; aumentar la eficiencia y la conservación.[50] Sin embargo, Robert Kaufmann *et al.*, señalan que la economía de Estados Unidos y el nivel de vida de sus residentes muestran señales de deterioro desde la década de 1980 y advierten un escenario de rendimientos decrecientes en la agricultura.[51] Para Morris Berman, este país muestra señales de debilidad no sólo económica, sino política y moral.[52]

El fin del petróleo barato en octubre de 1973 puso en jaque al capitalismo. La crisis del petróleo del siglo XX pudo superarse porque hubo suficientes reservas

---

[49] D. Yergin, "Crisis and adjustment: An overview", en *Global insecurity. A strategy for energy and economic renewal*, editado por D. Yergin y M. Hillenbrand, pp. 1-28, Houghton Mifflin, Boston, 1982, véase las secciones "The cost of the oil shocks" y "The theme of adjustment".
[50] *Ibid*, véase la sección "The theme of adjustment".
[51] R. Kaufmann *et al.*, *Beyond oil. The threat to food and fuel in the coming decades*, University Press of Colorado, Niwot, 1991.
[52] M. Berman, *The twilight of American culture*, W. W. Norton & Company, Nueva York, 2000.

del hidrocarburo fácilmente accesibles, los Estados contaron con otras fuentes de energía para evitar su colapso. El escenario de los próximos años será diferente.

- Alimentos

Lester Brown indica que la agricultura moderna depende principalmente de cuatro tecnologías: mecanización, irrigación, fertilización y control químico de las malas hierbas y de los insectos. Cada una de estas tecnologías ha contribuido considerablemente a aumentar la capacidad de la tierra para mantener poblaciones humanas, pero todas han alterado los ciclos de la biosfera. Más aún, en la agricultura altamente mecanizada el gasto de energía de los combustibles fósiles por hectárea es a menudo sustancialmente mayor que la energía contenida en el alimento producido.[53]

"El sujeto industrial ya no come papas hechas a partir de la energía solar; ahora come papas hechas en parte de petróleo", afirmó H. T. Odum hace más de 30 años, en pleno *boom* de la sociedad industrial (la mayoría de las papas que comemos son un producto más humano que natural, no son papas que hayan surgido de la actividad agrícola/solar, como las de la antigüedad). Señala H. T. Odum que gran parte del flujo de poder que sostiene a la agricultura contemporánea no es gastado en las plantaciones, sino en las zonas urbanas para manufacturar químicos, armar tractores, desarrollar variedades, producir fertilizantes y proveer sistemas de *inputs* y *outputs* de mercadotecnia que mantienen a una multitud de administradores y empleados de oficina, que a su vez unen los diversos componentes del sistema. Cuando nos paramos en el extremo de un campo productor de granos de gran tamaño, tan grande como nuestra vista pueda abarcar, indica, estamos tentados a pensar en el ser humano como el amo de la naturaleza, pero la realidad es que la humanidad está llegando a un cuello

[53] L. Brown, "La producción humana de alimentos como un proceso en la biosfera", en *La biosfera*, recopilado por G. Piel *et al.*, pp. 192-218, Alianza, Madrid, (1970) 1972.

de botella, ya que esa producción es gracias al subsidio de la energía fósil; donde ese flujo se pierda o la cultura del petróleo se elimine, la agricultura será como una vez fue, o peor: el *know-how* será el de los sistemas premodernos, pero no contará con las variedades requeridas. La diversidad de los hábitats originales proveyó al ser humano de suficientes alimentos cuando éste era una parte pequeña de los ecosistemas, pero ahora su agricultura está concentrada en pocas plantas y ha reemplazado a la naturaleza con una gran cantidad de alimentos sintéticos, más aún, parte de la energía utilizada para aumentar la producción ha ocasionado la pérdida de la biodiversidad original y la disminución de la capacidad de carga de la Tierra. Regenerar la variedad nutricional original requiere un gasto energético, a través del transporte de productos desde otras regiones o de la rediversificación local. Si los recursos fósiles fuesen cortados, advirtió H. T. Odum al pueblo estadounidense, sería necesario reclutar campesinos de la India y de otros países subdesarrollados para trabajar la tierra y sobrevivir.[54]

Diódoro Granados y Georgina López analizan el gasto energético de la agricultura intensiva mecanizada (revolución verde). Señalan que los costos energéticos en las actividades agrícolas son directos e indirectos; un agricultor que trabaja su tierra con un tractor utiliza energía humana y de combustible fósil, lo cual puede ubicarse como costos directos, pero el hecho de utilizar un tractor implica la manufactura del mismo, lo cual repercute en el sistema como costo adicional indirecto. Los requerimientos de energía en la agricultura se relacionan con el grado de modificación de los procesos naturales en el ecosistema; los costos son pequeños cuando el ser humano sólo trata de incrementar la abundancia de una especie nativa en su sistema natural; los costos energéticos se elevan mucho cuando un sistema natural complejo es sustituido por un monocultivo (por ejemplo, cuando la riqueza de un bosque es sustituido por cultivo de maíz). Más aún, además del reemplazo de especies, se busca incrementar el nivel de

[54] H. T. Odum, *op. cit*., 1971, véase el cap. 4: Power basis for man, y el cap. 10: Partnership with nature.

productividad, creando un sistema inestable al que hay que restituir lo que se extrae, para lo cual indirectamente se recurre al consumo de combustibles fósiles, aumentando considerablemente los costos.

La producción de fertilizantes y semillas mejoradas, la irrigación, el control de plagas y el secado de cosechas, actividades características de la agricultura intensiva mecanizada, requieren un alto consumo de energía. Asimismo, la revolución verde utiliza una gran cantidad de combustibles fósiles extra para fabricar maquinaria agrícola (tractores, aspersoras, cosechadoras, secadoras, etc.). Con la agricultura mecanizada se ha observado un incremento de la producción de hasta un 300%, pero el subsidio energético invertido no se recupera a la par: con anterioridad a este tipo de agricultura, por cada caloría invertida en el cultivo de maíz se recuperaban unas 3.7 calorías, en cambio con la agricultura mecanizada sólo se recuperan alrededor de 2.5 calorías. Más aún, la pérdida de energía que entra al sistema es mayor cuando el producto se utiliza para alimentar animales que serán consumidos por el ser humano (hay gran pérdida energética intermedia). Advierten Granados y López que alimentar a la población con este tipo de tecnología representa la desestabilización total de los ecosistemas subsidiarios; se presenta un doble problema: destrucción de la naturaleza y despilfarro energético:

> La agricultura intensiva mecanizada utiliza grandes cantidades de energía que se traducen en una alta producción de granos con los cuales se sostiene gran parte de la población humana.
>
> Para la comercialización de muchos de los productos de la agricultura mecanizada se utiliza energía adicional en algunos procesos a veces irracionales de transformación y envasado que suelen hacer perder su valor alimenticio. El valor comercial de dichos productos actualmente es relativamente bajo, ya que no se paga el costo real de los energéticos, en detrimento de los ecosistemas subsidiarios.

> Con la agricultura mecanizada, como la población crece cada día, se hace necesario aumentar la producción de alimentos y consecuentemente el subsidio de energía también y los costos reales de producción. Todo ello es forma relativa, pues el rendimiento por caloría invertida no se incrementa y en cambio sí crece exponencialmente la problemática de los ecosistemas.
>
> Si se empleara en todo el mundo la misma cantidad de energía que utiliza la agricultura mecanizada, las reservas de combustible fósil se agotarían en pocos años.
>
> Para prevenir al mundo de una crisis alimentaria, se hace necesario buscar alternativas al sistema de producción tomando en cuenta los flujos de energía y el equilibrio de los ecosistemas.[55]

Con la revolución verde, el aumento en el costo del petróleo impone una carga en el presupuesto de las naciones, ya que deben invertir más en tecnología agrícola que permita incrementar los rendimientos alimentarios para satisfacer la demanda de sus poblaciones. Ante el ajuste presupuestal y la escasez de recursos financieros, las compañías multinacionales no son la salvación, ya que su interés es obtener cuantiosas ganancias orientándose hacia los mercados especializados, exóticos o suntuarios, no proveer los nutrientes y las proteínas demandadas por la totalidad de la población local.[56]

Lo que el agotamiento del petróleo y otros combustibles fósiles provocará, advierte H. T. Odum, es el regreso a una economía basada en la energía solar; el estándar de vida a nivel mundial posiblemente retrocederá dos siglos. ¿Es exagerada esta

---

[55] D. Granados y G. López, *Agroecología*, UACh, Chapingo, 1996, véase la sección "La actividad agrícola y su costo energético", dentro del cap. 4: Agroecosistemas.
[56] T. Sloan, "Un vistazo al papel potencial de Estados Unidos en una crisis alimentaria mundial", en *Mundo y ecología. Problemas y perspectivas*, compilado por D. Orr y M. Soroos, pp. 131-151, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, (1979) 1983, véase la sección "Límites a la supervivencia".

afirmación? Más allá de la energía, la importancia del petróleo se refleja en el lugar que ocupa la petroquímica en la sociedad contemporánea. Transportes, artículos deportivos, juguetes, envases y empaques, materiales de construcción, muebles y enseres del hogar, zapatos, televisores, radios, computadoras y toda clase de artículos eléctricos y electrónicos son fabricados con plásticos y hules derivados del hidrocarburo. Pero la petroquímica también se emplea para cubrir las necesidades primordiales del ser humano: vestido, salud y alimentación. Susana Chow explica cómo la petroquímica desempeña un papel central tanto en la agricultura como en la ganadería y en la cría de animales domésticos usados en la alimentación. En la producción de alimentos agrícolas es necesario el uso de fertilizantes, herbicidas y fumigantes, además de plásticos; y en la ganadería y cría de animales domésticos es común el uso de complementos alimenticios y de medicamentos veterinarios, muchos de ellos son derivados del petróleo.[57] Andrés Barreda y Noé Reyes advierten que aunque la petroquímica emplea una cantidad relativamente pequeña del petróleo, cuando este recurso comience a escasear no va a ser tarea fácil sustituirlo debido a la infinidad de caminos técnicos ya construidos sobre esta base para la obtención de los materiales sintéticos.[58] La dependencia de la sociedad industrial de los derivados del hidrocarburo y la dificultad de sustituirlo hacen irrelevantes los planteamientos que ven al hidrógeno como la base de la civilización pospetróleo.[59]

El alto costo y la escasez de los combustibles fósiles coloca a la agricultura mecanizada como una opción inviable para resolver el problema de la alimentación. Aunque los alimentos constituyen un recurso renovable, muchos

---

[57] S. Chow, *Petroquímica y sociedad*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1997, véase la sección "Alimentación", dentro del cap. 12: Los petroquímicos y las necesidades primarias del hombre.
[58] A. Barreda y N. Reyes, "La industria química: Espacio de intermediación global", en *Producción estratégica...*, pp. 225-285, 1995, véase la nota 7, dentro de la sección "El diagrama de flujo de la industria química convencional".
[59] J. Rikfin, *La economía del hidrógeno: la creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la Tierra*, Paidós, Madrid, 2002.

fertilizantes, plaguicidas y combustibles necesarios para operar el equipo agrícola moderno no lo son; como todos estos dependen del petróleo, el período de incrementos en la producción de alimentos a bajo costo quedará atrás.[60] Es preocupante la visión convencional sobre este tema: estudios recientes publicados por la OCDE no consideran el agotamiento del petróleo como uno de los grandes desafíos que enfrentará la producción de alimentos a nivel mundial en un futuro próximo, para los autores de estos trabajos los retos son: el desarrollo tecnológico (biotecnología), el acceso a agroquímicos y agua, la distribución de alimentos, el fortalecimiento del mercado y la protección del medio ambiente.[61]

---

[60] O. Holsti, "El problema mundial de la alimentación y la agricultura soviética", en *Mundo y ecología...*, pp. 171-201, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, (1979) 1983, véase la sección "Introducción: El problema".

[61] H. de Haen *et al.*, "Prospects for the world food situation on the threshold of the 21st century", pp. 21-52, P. Pinstrup-Andersen y R. Pandya-Lorch, "Major uncertainties and risks affecting long-term food supply and demand", pp. 53-70, y G. Viatte y J. Schmidhuber, "Long-term policy issues and challenges for agro-food", pp. 157-194, en *The future of food. Long term prospects for the agro-food sector*, editado por OCDE, OCDE, París, 1998.

Pospetróleo

Además de Barnet, Youngquist y C. Campbell también han reflexionado sobre los posibles escenarios de una sociedad pospetróleo.

Youngquist analiza los efectos del agotamiento del hidrocarburo en los países que dependen de él para su subsistencia y en la agricultura mundial. Lo relevante de su estudio, además de advertir sobre la disminución de la calidad de vida en los países productores de petróleo y la menor producción de alimentos, es señalar que no hay un sustituto para los múltiples y variados usos del petróleo. Sugiere reducir la población mundial para evitar hambrunas.[62]

C. Campbell reflexiona sobre los conflictos poblaciones, consecuencia de la migración, que se pueden presentar con la recesión económica que provocará el descenso de la producción de petróleo; indica que sobrevivirán aquellos sujetos que sean más resilientes y estén mejor adaptados para sobrellevar una adversidad extrema, los cuales pueden ser los inmigrantes ya asentados y las poblaciones indígenas. Políticas draconianas de ahorro de energía, junto al rápido desarrollo de fuentes alternativas de energía renovable, incluyendo la energía nuclear, ofrecen medios para aminorar las tensiones que surgirán con la transición, pero su gestión requiere la acción de un gobierno firme que resurja de las cenizas de un sistema de mercado agotado, quebrado. Estas circunstancias forzarán a la gente a refugiarse dentro de sus comunidades para obtener su propio sustento y apoyo, con lo que perderá confianza en los gobiernos centrales —se sentirá defraudada por ellos—. Las condiciones urbanas se deterioran aún más. Discontinuidades de esta magnitud traerán grandes complicaciones políticas. No

[62] W. Youngquist, "The post-petroleum paradigm —and population", en *Population and Environment*, Vol. 20, No. 4: 297-315, 1999.

todo sería negativo si surgen comunidades que vivan de manera sostenible en armonía con sus ambientes, sus recursos y entre ellas.[63]

El fin del petróleo marca el límite del sistema tecnológico que permitió ignorar por cierto tiempo las advertencias de Thomas Malthus.[64] Sin embargo, lo relevante no sólo es la cantidad de población que vive en la Tierra, sino, rescatando la metáfora del acuario de H. T. Odum y el aporte de Wackernagel y Rees, su huella ecológica. Así tenemos que el consumo de recursos y generación de residuos *promedio* de una persona que vive en Australia o Nueva Zelanda es considerablemente mayor al de una persona que reside en Cuba, Sri Lanka o Madagascar. El Cuadro 1 presenta las huellas ecológicas y la población total de algunos países:

CUADRO 1

País	**Huella ecológica** ha/per cápita (1999)	**Población total** Millones de habitantes (1999)	**Huella ecológica país** Millones ha (1999)
Madagascar	0.9	15.5	13.95
Sri Lanka	1.0	18.7	18.70
Filipinas	1.2	74.2	89.04
Cuba	1.5	11.2	16.80
Jamaica	2.1	2.6	5.46
Trinidad y Tobago	3.3	1.3	4.29
Japón	4.8	126.8	608.64
Reino Unido	5.3	59.5	315.34
Australia	7.6	18.9	143.64
Nueva Zelanda	8.7	3.7	32.19

Datos: Redefining Progress:
<http://www.redefiningprogress.org/publications/ef1999.pdf>
[consulta: diciembre 2002].

[63] C. Campbell, *op. cit.*, 2002.
[64] T. Malthus, *Ensayo sobre el principio de la población*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, (1789) 1997.

Siguiendo la metáfora de H. T. Odum, podemos decir que un neozelandés (una persona que vive en Nueva Zelanda, sin importar su nacionalidad) en términos ecológicos y energéticos es un animal más grande que un malgache (una persona que vive en Madagascar, sin importar su nacionalidad).

Producir energía y alimentos más allá del petróleo es el gran desafío de los próximos años, no el fortalecimiento del comercio internacional ni la "ecologización" de todo lo que existe. Nada garantiza que una sociedad "ecológica" integrada a la globalización económica, tecnológica y política sea una sociedad sostenible. Si el siglo XX fue el siglo del petróleo, el siglo XXI será una etapa definida por patrones independientes del hidrocarburo.

La crítica oficial a los modelos energéticos contemporáneos se basa en su inequidad, ineficiencia e impacto ambiental, no en su durabilidad. A finales de la década de 1980, José Goldemberg encabezó un equipo de trabajo que propuso estrategias energéticas para un mundo sostenible (aún no estaba de moda hablar de sostenibilidad), éstas fueron: satisfacer las necesidades humanas básicas; saldar las necesidades energéticas de los pobres y menos favorecidos; crear una competencia económica justa, por una parte, entre todas las fuentes de energía, y por otra, entre los usos de energía; promover el fomento de la eficiencia energética; comenzar la transición a fuentes renovables de energía; generar conocimiento y avances tecnológicos; promover la autosuficiencia nacional; compatibilizar las estrategias energéticas con las soluciones de otros problemas globales. La propuesta de contar con alternativas energéticas renovables no se basó en el agotamiento del petróleo, sino en la necesidad de sustituir el petróleo importado, ya que la irregularidad de su precio impide a los países alcanzar sus metas económicas y una política internacional independiente.[65]

---

[65] J. Goldemberg *et al.*, *Energy for a sustainable world*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1988, véase la sección "Towards energy strategies for a sustainable world", dentro del cap. 1: Introduction.

En un estudio más reciente, el PNUD propone las siguientes estrategias y políticas para lograr el crecimiento económico y el desarrollo humano sostenible: establecer condiciones estructurales "correctas" (reformas de mercado, regulaciones, políticas dirigidas) para favorecer la competencia en los mercados energéticos, reducir el costo de los servicios de energía y proteger los beneficios sociales; enviar señales de precios exactas, incluyendo la eliminación gradual de subsidios a la energía convencional y la internalización de externalidades; remover obstáculos o proveer incentivos, según sea necesario, para promover una mayor eficiencia energética y el desarrollo y difusión de mercados más amplios de nuevas tecnologías de energía (sostenibles). Un aspecto central del planteamiento del PNUD es la *seguridad energética*; por esto entiende la disponibilidad constante de energía en cantidades suficientes, de varias formas y a precios accesibles, estas condiciones deben prevalecer en el futuro si se desea lograr el desarrollo sostenible; recomienda: evitar la dependencia excesiva en las importaciones, aumentando la eficiencia en el uso y promoviendo una mayor autosuficiencia, utilizando recursos locales que no demanden costos excesivos y no dañen el ambiente; diversificar la demanda (tanto de países abastecedores como de formas de energía); fomentar la estabilidad política a través de acuerdos a largo plazo y la cooperación entre los países importadores de energía y entre los países importadores y exportadores; fortalecer la transferencia de tecnología a los países subdesarrollados para que puedan desarrollar los recursos locales y la eficiencia energética; aumentar las reservas estratégicas, nacionales y regionales, de petróleo crudo y de derivados de petróleo a través de una mayor inversión y de la utilización de tecnologías avanzadas de exploración. La preocupación que guía al PNUD no es el fin del petróleo barato a mediano plazo y su agotamiento para antes de 2070, sino la necesidad de contar con la infraestructura y la tecnología energética que permitan el crecimiento económico a nivel global sin degradar el ambiente (fomenta tecnologías que produzcan un nivel de emisiones peligrosas cercano a cero).[66]

---

[66] PNUD, *op. cit.*, 2000, véase el cap. 4: Energy security, el cap. 8: Advanced energy supply

Los desafíos planteados en términos energéticos y alimentarios están fundamentados en un paradigma que no considera el encarecimiento y agotamiento del hidrocarburo; más aún, el mismo paradigma ambiental refleja esta forma de pensamiento.

El discurso del desarrollo sostenible responde a una problemática específica, su intención es frenar y revertir el ecocidio (los múltiples ecocidios que se presentan en todas las regiones del planeta) y hacer que los beneficios del desarrollo lleguen a toda la gente; dos de sus ejes centrales son la protección de la biodiversidad y la erradicación de la pobreza. La pregunta que es necesario plantear es la siguiente: ¿contará el proyecto del desarrollo sostenible con la suficiente energía para instrumentarse a nivel mundial? Recordemos a L. A. White: el desarrollo cultural necesita no sólo inteligencia, altos ideales y determinación —elementos sin duda presentes en la teoría y praxis del desarrollo sostenible— sino energía. La política económica que oriente las actividades de una sociedad global sostenible debe fundamentarse en tecnología acorde a los recursos energéticos disponibles: debe ser una política pospetróleo.

Ahora bien, la gestión ambiental es una política antipetróleo que no considera su costo energético y dependencia del hidrocarburo. Políticas ambientales correctas (locales, regionales, nacionales e incluso globales) no garantizan la sostenibilidad, de hecho pueden ser insostenibles. En base a lo expuesto por los autores que han analizado el "fin de la naturaleza", la relación energía-industrialización y la dinámica del colapso, desarrollaré mi argumentación.

1. H. T. Odum señala que el ser humano debe conservar la biodiversidad para satisfacer sus múltiples necesidades o establecer maquinaria para reemplazarla; esto último es precisamente lo que la humanidad hizo a lo largo del siglo XX. La sobrepoblación, la urbanización, la degradación ambiental y la destrucción de

---

technologies, y el cap. 12: Energy policies for sustainable development.

ecosistemas han hecho a la humanidad totalmente dependiente de su capacidad tecnológica. La subsistencia en la era posnaturaleza ha sido posible gracias a la tecnología impulsada por el petróleo. La tecnología le ha permitido a la especie humana sobrepasar los límites ecológicos. El uso energético ha permitido sustituir recursos, transferir y cubrir daños ambientales, restaurar ambientes degradados, etc., todas ellas son estrategias ambiental y socialmente *correctas*. La escasez de un recurso en un territorio, por su inexistencia natural o explotación incontrolada, ha podido sustituirse o transportarse desde otra región gracias al poder energético que ha creado la civilización industrial. Asimismo, la transferencia de residuos de una zona a otra y/o su reciclaje, la restauración de paisajes y zonas urbanas altamente degradadas y el "maquillaje ambiental" (cubrir un daño sin solucionarlo) son actividades que consumen una cantidad considerable de energía; un indicador sencillo de esto es el diesel que consumen los camiones y ferrocarriles que se utilizan para: a) sacar la basura de los asentamientos humanos; b) transportar los objetos que serán reciclados; c) transportar la tierra, las piedras y las herramientas que se utilizarán para restaurar laderas erosionadas y arroyos; d) distribuir medicamentos a y dentro de ciudades afectadas por la contaminación ambiental. Podría parecer exagerado lo aquí señalado, pero toda gestión ambiental tiene un costo energético y una relación directa o indirecta con el petróleo, costo que se incrementará con el ajuste energético que ocasionará la disminución del petróleo convencional. No sólo disminuirá la inversión en salud, educación y vivienda (construcción y mantenimiento), sino en gestión ambiental, actividad fundamental si consideramos la pérdida de la biodiversidad ya existente y los altos índices de polución que hacen inhabitables las zonas urbanas densamente pobladas. Gilberto Montibeller- Filho analiza los límites del reciclaje.[67]

La contabilidad ambiental de un país o municipio debe incluir el gasto energético que genera la gestión ambiental, no sólo llevar un inventario de recursos, zonas

---

[67] G. Montibeller-Filho, *op. cit.*, 2001, véase el cap. 7: Limites ambientais e a reciclagem de materiais.

degradadas, sustancias tóxicas liberadas, etc. Debe evaluarse una política ambiental considerando su gasto energético. Las medidas que pretenden instrumentar el desarrollo sostenible (programas de reforestación, construcción de redes de distribución de agua potable, tratamiento de aguas residuales, declaración de zonas protegidas, etc.) si no han hecho un análisis detallado de la inversión energética requerida podrán generar a largo plazo más problemas de los que pretenden solucionar. Asimismo, los programas de desarrollo social deben considerar su gasto energético, ya que una estrategia actualmente viable puede dejar de serlo con el ajuste del precio del petróleo; con esta misma lógica deben evaluarse los proyectos que dependen de insumos derivados del petróleo (salud, alimentación).

Así como los últimos años se ha insistido en aplicar conceptos desarrollados por la economía ecológica, debe profundizarse en la economía energética, pero no sólo para señalar cuánto petróleo aún es asequible, sino para medir la energía requerida por los sistemas humanos asentados en un territorio específico. El petróleo barato hizo a la humanidad ignorar las leyes de la termodinámica. El "fin de la naturaleza" invita a pensar en programas no sólo conservadores de la biodiversidad, sino en la regeneración o creación de condiciones que permitan la supervivencia humana en un nuevo escenario energético (pospetróleo). La terraformación que Sagan visualizó no será en Marte o Titán, sino en la Tierra: ¿cuánta energía se requiere para esta inaplazable tarea? ¿Cuánto petróleo demanda reemplazar a la naturaleza perdida, es decir regenerar la biodiversidad y los ciclos de la biosfera?

Es necesario medir el gasto energético que representa transferir recursos y daños ambientales, maquillar problemas sociales y ambientales, restaurar sistemas naturales, rurales y urbanos. Reflexiónese en lo siguiente: para abastecer de agua potable a una ciudad se requiere energía de manera directa (bombeo) e indirecta (obtención de los químicos en la industria —cloro, sulfato de aluminio— que la

hacen consumible). La gestión de la sostenibilidad no debe caer en el mismo error de la revolución verde: consumir más energía que la que ahorra o produce.

2. Las observaciones de Tainter nos obligan a analizar el consumo energético que genera no sólo el uso tecnológico, sino la organización social (burocracia) que requiere la gestión de la sostenibilidad. El ecocidio hace necesaria la intervención del Estado; elaborar y aplicar reglamentos y estrategias ambientales en cada municipio (instrumentar la Agenda 21 local) demanda la participación de un cuerpo de especialistas. Investigar, planificar, evaluar, negociar, etc., implica generar y difundir conocimientos, normas y acuerdos, actividades que incrementan aún más la inversión en tecnología.

Es de esperarse un período de estanflación en un futuro próximo por el aumento del precio del petróleo y la inexistencia de un recurso energético fácilmente disponible. A partir de lo señalado por Kaufman y Eisenstadt, tiene sentido esbozar un escenario pospetróleo en el que la crisis de los rendimientos provocará una nueva organización sociopolítica, es decir, institucional: el colapso de la sociedad del hidrocarburo ocasionará el fortalecimiento de los gobiernos regionales y locales, los cuales se verán obligados a producir su propia energía —de aquí surgirá su poder—. La verdadera descentralización no sólo depende de una mayor recaudación de impuestos y de la retención de los recursos fiscales, sino de la autosuficiencia energética. Lo que es necesario plantear es si los gobiernos locales y regionales cuentan con la capacidad para hacer frente a las demandas energéticas de sus territorios y poblaciones, si cuentan con la capacidad tecnológica y organizacional para enfrentarla, considerando los límites que impone el decrecimiento de los rendimientos.

Quizá algunos piensen que mi preocupación está de más, ya que el mercado se encargará de solucionar los problemas energéticos futuros. No dudo que así será *mientras* la energía sea un buen negocio...

3. Lo que complica aún más la capacidad de reacción de los gobiernos locales son las políticas de apertura comercial adoptadas por los gobiernos federales. El comercio internacional fue afectado por la crisis del petróleo de 1973. Un escenario de estanflación internacional en un futuro próximo privaría a las regiones, sin importar su nivel de riqueza, de los recursos que demandan el gasto social, ambiental y energético. Considerando lo apuntado por Barnet y Kaufman, lo prudente sería no depender del comercio internacional, sino encontrar en los intercambios entre las naciones un complemento a la actividad económica local. Desde una perspectiva energética no sólo es inadecuado depender del comercio internacional, sino interregional.

4. Hemos llegado a un momento histórico en el que el desarrollo de la tecnología no encuentra su límite en el ingenio humano, sino en la misma tecnología. Las leyes culturales enunciadas por L. A. White deben aplicarse a la biotecnología y a la nanotecnología:[68] el edificio industrial moderno/posmoderno se construyó gracias a la existencia de un energético barato; si no se puede sustituir al petróleo, a pesar de la determinación de empresarios y científicos, será muy complicado para la ciencia y la industria mantener su ritmo de crecimiento. La termodinámica seguirá imposibilitando los proyectos humanos.

Podría presentarse un escenario en el que se encuentre un recurso energético económicamente accesible. Podemos imaginar un futuro impulsado por microrreactores de fusión nuclear o celdas de hidrógeno, se solucionaría el problema del transporte, de la industria, del calentamiento/enfriamiento de hogares y oficinas... pero ni el deuterio y el tritio o el carbón y el agua servirían de materia prima para fabricar los agroquímicos que alimentan a la humanidad. El

---

[68] La nanotecnología, en términos comerciales, es la manufactura y la replicación o copia de maquinarias y productos finales construidos a partir del átomo. P. Mooney, *El siglo ETC. Erosión, transformación tecnológica y concentración corporativa en el siglo 21*, ETC Group/Fundación Dag Hammarskjöld/Nordan, Montevideo, (2001) 2002, véase la sección "Nanotecnología", dentro del cap. "Transformación tecnológica".

encarecimiento y agotamiento del petróleo anuncian, por una parte, el nacimiento de nuevas instituciones sociopolíticas, y por otra, en caso de que no se tomen medidas a tiempo, hambrunas.

Agricultura sostenible

Por años se han criticado los daños ambientales y sociales y la ineficiencia energética de la revolución verde, pero no se ha analizado a profundidad el agotamiento de una de sus materias primas esenciales: el fin del petróleo fácilmente disponible obliga a buscar alternativas sostenibles a la agricultura intensiva mecanizada.

La problemática principal de la agricultura sostenible, indica Miguel Altieri, no es lograr el rendimiento máximo, sino una estabilización a largo plazo: desarrollar agroecosistemas en pequeña escala, viables económicamente, diversificados y autosuficientes. El desafío agroecológico se fundamenta en tecnologías adaptadas a ambientes locales y en la eficiencia energética; los componentes básicos del manejo de un agroecosistema sostenible incluyen:

- Cubierta vegetal como una medida eficaz de conservación del suelo y el agua, lograda mediante el uso de prácticas sin labranza, agricultura basada en el *mulch*[69] y uso de cultivos de cobertura.
- Suministro regular de materia orgánica (abono, composta) y el fomento de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclaje de nutrientes mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas combinados de cultivo/ganado, agroforestería y sistemas de cultivos intercalados basados en las leguminosas.
- Regulación de las plagas, asegurada por el aumento de la actividad de los agentes de control biológico, obtenidos mediante manipulaciones biodiversas, y la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

[69] Cultivos de cobertura de leguminosas asociados con cultivos anuales.

- Aumento del control biológico de las plagas por medio de la diversificación.
- Aumento de la capacidad de uso múltiple del paisaje.
- Producción sostenida de cultivos sin el uso de insumos químicos que degraden el medio ambiente.[70]

La agroecología es una ciencia que, a diferencia de la agricultura moderna, valora el conocimiento de la agricultura tradicional, gran parte del saber agroecológico es fruto del rescate de las técnicas no mecanizadas empleadas por los campesinos, estrategias de cultivo transmitidas oralmente y en la práctica de una generación a otra. La agroecología es considerada por algunos autores como el nuevo modelo de desarrollo rural.[71]

Ahora bien, existe escepticismo sobre la capacidad de la agroecología para alimentar al mundo, se duda que sin insumos químicos y maquinaria la humanidad pueda satisfacer sus necesidades nutricionales. Los últimos años ha surgido un intenso debate entre los promotores de la revolución verde y los ambientalistas,

---

[70] M. Altieri, *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*, CLADES, Santiago de Chile, 1995, véase el cap. 17: Hacia una agricultura sustentable.

[71] F. Funes *et al.* (editores), *Sustainable agriculture and resistance: Transforming food production in Cuba*, Food First Books/ ACTAF/CEAS, Oakland, 2002; M. Altieri y C. Nicholls, "Una perspectiva agroecológica para una agricultura ambientalmente sana y socialmente justa en la América Latina del siglo XXI", en *La transición...*, pp. 281-304, 2002; P. Rosset, "Cuba: A successful case study of sustainable agriculture", en *Hungry for profit: The agribusiness threat to farmers, food and the environment*, editado por F. Magdoff *et al.*, pp. 203-213, Monthly Review Press, Nueva York, 2000, "Agricultura alternativa durante la crisis cubana", en *Manejo integrado de plagas y agroecología*, No. 52, 1999, http://www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip52/nrosse-1.htm> [consulta: septiembre 2002], y "La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico", en *Agroecología y Desarrollo*, No. Especial 11/12, 1997, <http://www.clades.org/r11-art1.htm> [consulta: septiembre 2002]; A. Yurjevic, "Política para un desarrollo rural, humano y agroecológico", en *Agroecología y Desarrollo*, No. Especial 11/12, 1997, <http://www.clades.org/r11-art3.htm> [consulta: septiembre 2002]; G. Torres, *Nueva ruralidad*, UACh, Chapingo, 1997; E. Boege, "El desarrollo sustentable y la producción campesina e indígena: una aproximación agroecológica", en *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*, Vol. III: *El acceso a los recursos naturales y el desarrollo sustentable*, coordinado por H. C. de Grammont *et al.*, pp. 231-260, INAH/UAM/UNAM/Plaza y Valdés, Ciudad de México, 1996; D. Granados y G. López, *op. cit.*, 1996; M. Altieri, *op. cit.*, 1995.

estos últimos señalan a la agricultura mecanizada como causante de problemas ambientales graves e incluso irreversibles; los primeros no niegan esta situación argumentando que la agricultura mecanizada es un mal necesario. Sin embargo, el encarecimiento y agotamiento del petróleo hace ineludible el abandono de las prácticas de la agricultura moderna. ¿El desarrollo de agroecosistemas de pequeña escala adaptados a las condiciones paisajísticas y climáticas de cada microrregión dará de comer al mundo? ¿Es la agroecología una quimera? Sin desconocer los diversos y numerosos proyectos exitosos de agricultura orgánica existentes en todo el mundo, es necesario destacar la experiencia de un país en especial, me refiero al modelo agroecológico desarrollado en Cuba durante la década de 1990.

- Cuba: la otra revolución

La revolución agroecológica cubana, fenómeno estudiado y comentado ampliamente por Peter Rosset, tiene sus orígenes en el colapso de la Unión Soviética (1989-1991). Al comenzar la década de 1990, la isla tenía más de diez millones y medio de habitantes, residiendo el 72.8 % en zonas urbanas. El colapso del mundo socialista significó a Cuba perder el 85 % de su comercio (la Unión Soviética representaba el 70 %). No sólo se vio afectado su modelo agrícola, sino el consumo de la población. La modernización de la agricultura cubana comenzó en la década de 1950, teniendo los monocultivos de exportación más importancia que la producción de alimentos; los métodos de producción dependían de los insumos y materias primas importados: a finales de la década de 1980, Cuba importaba el 48 % de los fertilizantes y el 82 % de los plaguicidas, además, muchos de los componentes de los productos agrícolas no eran fabricados en la isla, lo que intensificaba su dependencia. Los acuerdos comerciales favorables con el bloque socialista garantizaban los beneficios de sus exportaciones agrícolas (principalmente azúcar); los ingresos obtenidos por este concepto se utilizaban para comprar agroquímicos, combustible para la maquinaria agrícola y alimentos

para la población, todo a precios bajos. Hasta mediados de la década de 1980, las fluctuaciones de los precios internacionales no representaron mayores problemas para Cuba, pero después de 1990 su modelo agrícola se convirtió en una enorme debilidad. El colapso comercial hizo inoperantes a las grandes extensiones de monocultivo (aproximadamente el 80 % eran fincas del Estado), las cuales presentaban dos problemas: 1) eran extremadamente vulnerables al ataque de plagas; 2) desperdiciaban muchos recursos (por la separación de la agricultura y la ganadería).[72]

Las importaciones de agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas) se redujeron en un 80 %, mientras que las de insumos de petróleo destinados a la agricultura se redujeron a la mitad. Lo más grave de esta situación fue la amenaza de sufrir una hambruna generalizada.[73] Ante la crisis existente, el gobierno cubano se vio obligado a diseñar otro modelo agrícola.

Los grandes desafíos consistieron en sustituir los insumos y restablecer las tierras dañadas por el uso intensivo de maquinaria y agroquímicos. La sustitución de insumos significó reemplazar los productos químicos por biológicos o de elaboración local, enemigos naturales, variedades resistentes, rotación de cultivos, antagonistas microbianos, cultivos de cobertura y la integración de animales de pastoreo para restaurar la fertilidad del suelo; los fertilizantes químicos se sustituyeron con fertilizantes biológicos (productos microbiales) y orgánicos, lombrices, abonos verdes, roca fosfórica, zeolita, estiércoles y otros mejoradores del suelo. Los bueyes y otros animales de tracción reemplazaron a los tractores, inmovilizados por la falta de combustible, llantas y repuestos. Para restaurar la estructura y fertilidad del suelo se empleó la labranza de conservación, la

---

[72] P. Rosset, *op. cit.*, 1999, véase la sección "Antecedentes".

[73] PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Banco Mundial (BM) e Instituto de Recursos Mundiales (IRE), *Recursos mundiales 2002*. *La guía global del planeta*, BID, Washington, 2002, véase la subsección "La revolución agrícola en Cuba: de regreso a los bueyes y a la materia orgánica", dentro del cap. 3: Cómo se vive en los ecosistemas.

nivelación del suelo, los cultivos de cobertura y la incorporación de biomasa y suelos preinoculados con microorganismos benéficos antes de la siembra.[74] El éxito de las nuevas medidas de producción orgánica en las granjas pequeñas y el fracaso de las grandes fincas llevó al gobierno (septiembre 1993) a reorganizar radicalmente la producción, creando unidades cooperativas privadas de pequeña escala: además de rescatar técnicas productivas tradicionales (no dependientes de insumos industriales y de petróleo), se favoreció la asociación e iniciativa de pequeños productores, tanto en las zonas rurales como en las urbanas.[75] En efecto, esta revolución agrícola no sólo modificó las tierras otrora ocupadas por la industria cañera (símbolo de la revolución comunista) y los ranchos ganaderos, sino los jardines de las unidades habitacionales y los terrenos sin urbanizar de las ciudades y su periferia: sólo en La Habana al finalizar la década de 1990 había más de 25 mil huertas destinadas al autoconsumo.[76]

Para Rosset y Martin Bourque, la experiencia cubana demuestra que se puede alimentar bien a la población de un país con granjas de pequeña o mediana escala basadas en tecnologías ecológicas apropiadas y que se puede ser más autosuficiente en la producción de alimentos, de hecho identifican en este modelo los elementos que permiten definir un paradigma agrícola alternativo:

- Tecnología agroecológica en vez de agroquímicos: Cuba ha utilizado la rotación de cultivos, la producción local de biopesticidas, composta y otras alternativas a los pesticidas y fertilizantes sintéticos.
- Libertad de precios para los agricultores: los agricultores cubanos aumentaron la producción en respuesta al mayor precio de las cosechas. En cualquier parte, cuando los precios se mantienen bajos de

---

[74] P. Rosset, *op. cit.*, 1999, véase la sección "Asumir el desafío".
[75] P. Rosset, *op. cit.*, 2000, véase la sección "State farms incompatible with the alternative technologies".
[76] PNUD, PNUMA, BM e IRE, *op. cit.*, 2002, véase la subsección "La revolución agrícola en Cuba: de regreso a los bueyes y a la materia orgánica", dentro del cap. 3: Cómo se vive en los ecosistemas.

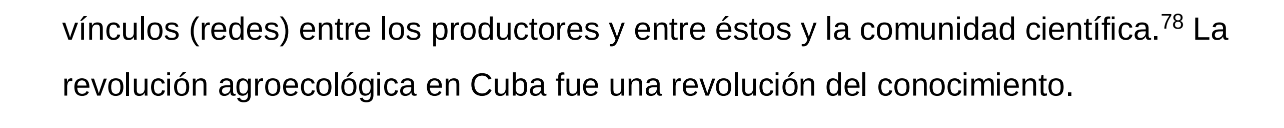
manera artificial, como ocurre a menudo, los agricultores carecen de incentivos para producir. Cuando tienen un incentivo, producen, sin importar las condiciones bajo las cuales debe realizarse la producción.

- Redistribución de la tierra: los pequeños agricultores y jardineros cubanos han sido los más productivos durante la escasez de insumos. Más aún, las propiedades más pequeñas en todo el mundo producen mucho más por unidad de superficie que las granjas grandes. La redistribución de la tierra en Cuba fue relativamente fácil porque la mayor parte de la reforma agraria ya había ocurrido, en el sentido de que no había latifundistas que se opusieran al cambio.
- Gran énfasis en la producción local: los cubanos no han dependido para obtener su próxima comida de los precios caprichosos de la economía mundial, del transporte desde lugares lejanos y de la poderosísima "buena voluntad". La producción de alimentos a nivel local y regional ofrece mucha seguridad, así como vínculos sinérgicos para promover el desarrollo económico local. Más aún, esta producción es más conveniente en términos ecológicos, ya que el gasto energético del transporte internacional es destructivo y ambientalmente insostenible. Al promover la agricultura urbana, las ciudades y sus alrededores pueden llegar a ser virtualmente autosuficientes en alimentos perecederos, ser embellecidas y gozar de más oportunidades de empleo. Cuba nos da una pista del subexplotado potencial de la agricultura urbana.[77]

Agroecología, libertad de precios, reforma agraria y producción local, incluyendo agricultura urbana y pequeña escala, son las lecciones que la revolución agrícola (agroecológica) cubana le ha dado al mundo. Además de la posibilidad de cambiar el sistema de producción agrícola mecanizado y de experimentar una economía más allá del comunismo y del capitalismo realmente existentes, otras enseñanzas de la experiencia cubana son: la importancia del apoyo del Estado y la creación de

---

[77] P. Rosset y M. Bourque, "Lessons of Cuban resistance", en *Sustainable agriculture and resistance: Transforming food production in Cuba*, editado por F. Funes *et al.*, pp. xiv-xx, Food First Books/ ACTAF/CEAS, Oakland, 2002, véase la sección "An alternative paradigm?".


vínculos (redes) entre los productores y entre éstos y la comunidad científica.[78] La revolución agroecológica en Cuba fue una revolución del conocimiento.

[78] P. Rosset, *op. cit.*, 1999, véase la sección "Enseñanzas: apoyo Estatal, vínculos y cambios en el sistema de producción".

Ciencia posnormal

A finales de la década de 1960, se anunció el advenimiento de una "revolución del conocimiento" (revolución cientificotécnica). A partir de la Segunda Guerra Mundial, el constante y acelerado progreso de la ciencia y la técnica comenzó a superar a la revolución industrial, conformando una nueva estructura y dinámica de las fuerzas productivas de la vida humana. Radovan Richta explicitó los componentes de esta revolución: a) la aplicación de la cibernética (automación), desplazando al ser humano a la periferia de la producción inmediata; b) la aplicación de la química (sustitución y creación de materias primas), lo que permite al ser humano liberarse del limitado círculo de los recursos naturales; c) aumento de las exigencias respecto a los recursos energéticos. Tanto el mundo capitalista como el socialista comenzaron a experimentar estos procesos en la década de 1950, reflejándose en el número de computadoras instaladas y en la producción de materiales plásticos y electricidad. Los nuevos procesos dependen más del trabajo intelectual (aplicación del conocimiento) que del manual. En la nueva sociedad cientificotécnica o posindustrial, los obreros y campesinos deben transformarse en técnicos calificados y el número de ingenieros y científicos debe incrementarse.[79]

La base de esta revolución es el uso de energía. Cuando se comenzó a escribir sobre ella a finales de la década de 1960, había conciencia de que los recursos energéticos clásicos no eran suficientes, se requería una fuente de energía inagotable; esos años se confiaba en el desarrollo de la energía nuclear. Apunta Richta:

---

[79] R. Richta (director), *La civilización en la encrucijada. Implicaciones sociales y humanas de la revolución cientificotécnica*, Siglo XXI, Ciudad de México, (1969) 1971, véase la sección "Se transforma la estructura y la dinámica de las fuerzas productivas de la vida humana", dentro del cap. 1: El carácter de la revolución cientificotécnica.

> Está claro que es precisamente la utilización de la energía nuclear la que puede satisfacer las exigencias del crecimiento universal de las fuerzas productivas técnicas, facilitar fuentes inagotables de energía, liberadas sobre la base del principio automático, que se presenta [...] como una necesidad técnica. Las perspectivas publicadas de los países técnicamente desarrollados cuentan para fines de siglo con que será posible cubrir casi todo el incremento y parte de la energía eléctrica necesaria (50%), con estas fuentes.[80]

Pero el accidente de Chernobyl (1986) y el problema que representa el manejo y almacenamiento de los residuos radiactivos han limitado el desarrollo de la energía nuclear. En 2000, esta forma de energía representaba el 6.8 % de la demanda mundial (el carbón, 23.5 %).[81] Según el PNUD, el consumo de energía nuclear no crecerá, de hecho prevé su disminución para las próximas décadas; más aún, el costo del poder nuclear es más elevado del originalmente proyectado.[82]

La revolución cientificotécnica es fruto del petróleo barato. El encarecimiento y agotamiento del petróleo, así como la carencia de una fuente de energía inagotable, cuestionan los fundamentos de la sociedad posindustrial. El hidrógeno es visualizado como el combustible del futuro, pero su producción, recuerda Miller, requiere de calor de temperatura elevada o de electricidad producidos por otra fuente de energía; la generalización de su uso depende, en base a las leyes de la termodinámica, de contar con un suministro abundante y permisible de algún tipo de energía ambientalmente aceptable: "la clave para la propagación de la Revolución del Hidrógeno es el desarrollo de formas eficientes y factibles de usar energía solar para producir electricidad que pueda pasarse a través del agua y

---

[80] *Ibid*, véase la subsección "La unidad de las transformaciones en la tecnología, en las materias primas y en la energética", dentro del cap. 1: El carácter de la revolución cientificotécnica.
[81] AIE, *op. cit.*, 2002, véase el cap. 1: Supply.
[82] PNUD, *op. cit.*, 2000, véase la sección "Advanced nuclear energy technologies", dentro del cap. 8: Advanced energy supply technologies.

producir gas hidrógeno".[83] Aún no se cuenta con la capacidad técnica necesaria. Ante este panorama, no es aventurado anunciar la reinvención del trabajo manual (fin de la automatización), el redescubrimiento de los recursos biológicos (no sintéticos) y el ahorro forzoso de energía. Aspectos que se presentaron en Cuba.

La capacidad de reacción de la nación caribeña al problema de la energía y la producción de alimentos es consecuencia de una revolución del conocimiento, orientada con otra racionalidad. Dos factores coincidieron: en los primeros años de la década de 1980, algunos científicos jóvenes del Ministerio de Agricultura y de las universidades cubanas, influenciados por el pensamiento ecologista, comenzaron a criticar los métodos y los efectos de la revolución verde (dependencia de insumos externos, resistencia a los plaguicidas de especies perjudiciales, erosión del suelo, degradación del ambiente), por lo que reorientaron sus investigaciones hacia alternativas no químicas; por otra parte, en 1982 la política oficial de investigación, influenciada a su vez por la revolución cientifico-técnica, comenzó a favorecer la formación de recursos humanos y el desarrollo de infraestructura para, entre otras áreas, la biotecnología. La inversión anticipada en desarrollo tecnológico e investigación de alternativas agrícolas, apunta Rosset, llegó a ser una herramienta decisiva para que Cuba enfrentara su desafío alimentario: la combinación de la biotecnología, las tecnologías alternativas y el conocimiento tradicional del campesino, logró respuestas innovadoras para superar la crisis. El Frente Biológico, formado a principios de la década de 1980 por la Academia Nacional de Ciencias de Cuba, creó el Frente Bioagrícola; esta organización y la coordinación existente fue decisiva para sustituir los insumos agrícolas externos y para obtener y generalizar rápidamente los resultados científicos que contribuyeron a incrementar la producción nacional de alimentos. La existencia de estructuras organizativas e instalaciones productivas fue un factor clave, ya que después de la aprobación de las tecnologías por las autoridades

[83] T. Miller, *op. cit*., (1992) 1994, véase la sección "El hidrógeno como el combustible del futuro", dentro del cap. 17: Recursos energéticos perennes y renovables.

centrales, su diseminación a través de los servicios nacionales de extensión es casi instantánea. La organización central ha sido determinante. Uno de los retos que enfrenta Cuba es aprovechar lo mejor tanto de la planificación centralizada como del manejo descentralizado.[84]

La revolución del conocimiento experimentada en Cuba a partir de la década de 1980 sería una muestra de lo que Silvio Funtowicz y Bruna de Marchi denominan *ciencia posnormal*: una estrategia de resolución de problemas apropiada a la gestión de la sostenibilidad.[85] En la ciencia normal, nos recuerda David Orr citando el célebre trabajo de Thomas Kuhn,[86] el conocimiento científico se genera a partir de los valores, métodos, reglas de verificación y problemas compartidos por la comunidad científica (paradigmas); la ciencia normal opera bien hasta que ocurren anomalías que no pueden resolverse con el paradigma dominante; una alternativa a esta situación es pasar las anomalías por alto, la otra, desviarse de la ortodoxia.[87] Ya a finales de la década de 1970 se planteó si el paradigma dominante podía resolver los problemas ambientales. El mismo Orr propuso un paradigma "ecológico" considerando la degradación ambiental, los límites ecológicos y el gigantismo tecnológico, su estrategia sugería fomentar el cambio llevando los problemas ambientales a un programa político y creando coaliciones entre los grupos abiertos a dicho cambio.[88] Para Funtowicz y de Marchi, el objeto del ámbito científico de la ciencia posnormal sería impulsar un proceso social de resolución de problemas, incluyendo la participación y el aprendizaje mutuo entre los agentes involucrados, en vez de la búsqueda de soluciones definitivas o impuestas. Señalan que los supuestos básicos de la ciencia moderna deben

---

[84] P. Rosset, *op. cit.*, 1999, véase las secciones "La colaboración y las alianzas" y "Enseñanzas: apoyo Estatal, vínculos y cambios en el sistema de producción".
[85] S. Funtowicz y B. de Marchi, "Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad", en *La complejidad...*, pp. 54-84, 2000.
[86] T. Kuhn, *The structure of scientific revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago, 1962.
[87] D. Orr, "La modernización y la perspectiva ecológica", en *Mundo y ecología...*, pp. 93-108, (1979) 1983, véase la presentación del ensayo.
[88] *Ibid*, véase las secciones "Hacia una opción ecológica" y "Conclusión".

modificarse para poder desarrollar una ciencia nueva, dirigida a los problemas de la sostenibilidad:

> En la ciencia posnormal, el principio organizador no es la Verdad sino la Calidad. La tarea no es ya la de expertos individuales que descubren 'hechos verdaderos' para sustentar 'buenas políticas'; más bien se trata de una tarea que recae en una comunidad extendida, que evalúa y gestiona la calidad de los *inputs* científicos, en procesos complejos de toma de decisiones donde los objetivos son negociados desde perspectivas y valores en conflicto. Necesitamos todavía una ciencia tradicional y una tecnología de buena calidad, pero sus productos deben ser incorporados en un proceso social integrador. De esta manera, el sistema científico se convertirá en un *input* útil para nuevas formas de decisión política y de gobernabilidad.[89]

La generación del conocimiento en Cuba, en un principio con fines ecológicos y de posicionamiento técnico a nivel mundial, permitió a este país enfrentar no sólo la crisis ambiental, sino la comercial y la alimentaria. La Cuba poscomunista (considerando la semiprivatización que el gobierno ha hecho de las fincas Estatales y la aplicación de mecanismos de libre mercado en el comercio interior, si bien siguiendo una lógica orientada por la planificación central) puede ser señalada como la primera nación que operó en base a una economía pospetróleo: las políticas instrumentadas por el gobierno cubano para superar la escasez encuentran un referente teórico en las "políticas de supervivencia" de Barnet.

[89] S. Funtowicz y B. de Marchi, *op. cit.*, 2000, véase la sección "La ciencia en el contexto de la complejidad".

Del desarrollo sostenible a la sostenibilidad

El petróleo barato comenzará a agotarse antes de 2020. Es realista, no apocalíptico, prever la estanflación de la economía (inflación, desempleo, recesión) a nivel mundial. Al carecer los gobiernos centrales de recursos para financiar políticas sociales, surgirán instituciones a nivel local y regional que buscarán alternativas para satisfacer las necesidades humanas. El encarecimiento del hidrocarburo afectará la actividad planificadora y reguladora de los Estados, así como la producción de energía y alimentos. A través de la revisión bibliográfica que se ha presentado en este trabajo se ha pretendido esbozar los escenarios que podrían presentarse y algunas alternativas posibles.

La noción del desarrollo sostenible no ofrece una propuesta para enfrentar la problemática planteada, ya que no considera el fin del petróleo barato; es una conceptualización que responde al ecocidio, no a los límites energéticos y de la industria química. El desarrollo sostenible mantiene la visión del paradigma progresista: confía en el descubrimiento de una fuente inagotable de energía, no teoriza sobre una sociedad pospetróleo y lo que implica el agotamiento de este recurso. La reflexión sobre la sostenibilidad debe realizarse a partir de este hecho inevitable.

Las teorías sobre el colapso, la crisis del petróleo de 1973 y la revolución agroecológica cubana aportan elementos para adelantar un programa de acción hacia la sostenibilidad, el cual debe:

- contar con órganos que planifiquen y coordinen,
- evitar los excesos de la centralización,
- no depender del mercado internacional,

- invertir en la generación y aplicación del conocimiento con una orientación social,
- fortalecer la economía local mediante el ahorro y la reinversión.

Tainter obliga a considerar el costo energético y organizacional de la gestión de la sostenibilidad. La crisis energética y ambiental requieren una mayor intervención e inversión del Estado; si bien el aumento de la complejidad Estatal, siguiendo a Tainter, no es deseable, lo que debe explorarse es una reorganización de los recursos humanos y materiales existentes y hacer una redistribución de los recursos financieros, asignando una mayor participación a los ministerios y secretarías que atienden problemas sociales, energéticos y ambientales, y ajustando el presupuesto de áreas que sólo favorecen a individuos o sectores determinados, no a la nación en su conjunto. En algunas áreas el Estado debe operar con menos recursos (humanos, materiales, financieros), en otras multiplicarlos. Pero no sólo se debe pensar en el gobierno federal, sino, y principalmente, en los gobiernos regionales y locales.

Ahora bien, así como la experiencia cubana aporta enseñanzas valiosas, el colapso soviético, factor que puso en jaque a la isla, también debe ser analizado.

El principal logro del comunismo soviético fue ofrecer a la población un elevado nivel de conocimientos, empleo y un sistema de seguridad muy completo. Estos logros sociales, indica Ives Berthelot, fueron sostenidos por un sistema sumamente centralizado de toma de decisiones (planificación sobre la producción, las inversiones y los precios), incapaz de ofrecer una estructura de incentivos adecuada; el resultado de la falta de autonomía de los agentes económicos fue la crisis que provocó la ruina del sistema político. Berthelot apunta que el declive económico del mundo socialista data de la década de 1960:

> Para mantener el desarrollo económico, se decidió cambiar el enfoque de crecimiento extensivo por uno de crecimiento intensivo. Las tasas de crecimiento del producto siguieron reduciéndose en los años setenta a pesar de la significativa aceleración de las inversiones, y desde esta década, la productividad del trabajo y del capital mantuvo una tendencia descendente. Los préstamos obtenidos de los países occidentales les permitieron importar bienes de capital y de consumo. Los primeros no contribuyeron a aumentar la productividad, y los segundos retrasaron la caída del consumo interno hasta que la carga de la deuda se hizo insostenible al tornarse positivas las tasas de interés a principios de los años ochenta. Debido a la ineficiencia del sector de producción y a la falta de técnicas de comercialización, las exportaciones se hicieron cada vez menos competitivas y el peso del inevitable ajuste recayó sobre la demanda interna: sobre el consumo durante un cierto tiempo, y sobre la inversión durante un período mucho más largo.

Los desequilibrios estructurales crónicos y los graves problemas de inestabilidad macroeconómica agravaron el deterioro del sistema.[90]

Diez años antes del colapso comunista, Ole Holsti hizo una crítica al sistema agrícola de la Unión Soviética, específicamente, a su incapacidad para producir excedentes y a la política de importar periódicamente grandes cantidades de granos. Estas dificultades, señala, se atribuían a: 1) la centralización de la administración: muchas decisiones clave se tomaban lejos de la tierra y del agricultor; 2) la falta de incentivos adecuados: el agricultor carecía de autonomía; 3) la imposibilidad de cambiar las grandes unidades de producción; 4) falta de dirigentes capaces y dispuestos a hacer las reformas en el Ministerio de Agricultura, ya que este sector era poco atractivo. En suma, concluye, "la índole de

---

[90] Y. Berthelot, "Conclusiones que pueden extraerse de las experiencias de los países en transición", En *El desarrollo económico y social en los umbrales del siglo XXI*, compilado por L. Emmerij y J. Núñez, pp. 362-379, BID, Washington, 1998, véase la sección "El legado de la época comunista".

la empresa agrícola, el tamaño de las unidades de producción soviéticas, la ausencia de fuertes incentivos materiales y psicológicos, y la falta de libertad para tomar decisiones localmente, parecen actuar entre sí, de tal modo, que crean un sistema hecho para llevar al máximo el control central, más que la producción".[91] Cuba fue capaz de corregir a tiempo su sistema productivo, no sólo en términos organizacionales y de planificación, sino ambientales y energéticos.

La humanidad enfrenta en la actualidad una situación inédita en relación con la producción y consumo de alimentos a nivel mundial: los patrones de alimentación están más en función de los intereses del mercado que de las necesidades biológicas de las poblaciones humanas y no humanas. El problema no sólo es el funcionamiento ineficiente de los Estados, sino la dependencia alimentaria (local, regional o nacional) y la falta de variedad: el sistema capitalista de producción de alimentos se concentra en generar y distribuir aquellos productos que son económicamente rentables, sin valorar el costo energético y los efectos económicos, sociales y ambientales. La falta de inversión en el sector agrícola aunada a la degradación ambiental (erosión, salinización, pérdida de biodiversidad, etc.) y las políticas internacionales de apertura comercial llevan a los países a perder su autonomía. En los años del nuevo liberalismo, la humanidad ha transitado a la subordinación alimentaria.[92]

Las regiones pierden o han perdido su capacidad de producir los alimentos que consumen —los conocimientos necesarios para hacerlo—, volviéndose más vulnerables a las fluctuaciones del mercado y más dependientes de un recurso finito. Volviendo a Yergin: ¿cuántas naciones *no* se postrarían si los pozos de petróleo se secaran repentinamente?

---

[91] O. Holsti, *op. cit.*, (1979) 1983, véase la sección "Otras pruebas".
[92] A. Barreda *et al.*, "El proceso de subordinación alimentaria mundial", en *Producción estratégica...*, pp. 286-357, 1995.

El agotamiento del petróleo convencional obliga un cambio radical en la manera como los alimentos a nivel mundial son producidos y distribuidos y en la organización Estatal. Por factores ecológicos, económicos, energéticos y sociales, las regiones no deben depender del abasto internacional, sino ser lo más autosuficientes posible. El caso cubano demuestra —además de la necesidad de contar con una planificación central que respalde los esfuerzos de los centros de investigación y de los agentes económicos autónomos asociados de forma cooperativa, y la ineficiencia de la centralización excesiva— los beneficios obtenidos por contar con programas que impulsaron la producción local y el autoconsumo de alimentos. La agroecología es una economía a escala humana que beneficia los espacios locales y se fortalece con la cooperación comunitaria, no depende de insumos derivados del petróleo, restaura en su práctica el medio ambiente y puede prescindir del abasto energético proveniente de combustibles fósiles. La gran lección de Cuba es que no requirió del mercado para satisfacer sus necesidades alimentarias básicas.

Debe mencionarse que las *sotkas* (parcelas privadas no mayores de una hectárea y media) han demostrado en Rusia esto por años, de hecho fueron la alternativa con la que contó la población para alimentarse ante la ineficiencia productiva del centralismo comunista durante décadas y la crisis económica y la falta de asistencia social experimentada por la Rusia poscomunista en los años noventa.[93]

Es necesario mencionar que el modelo agroecológico cubano no ha estado libre de fallas y problemas[94] y, más aún, debe aumentar la producción de proteínas y la diversificación; Cuba importa productos de origen animal cuando el manejo de aves, peces y mamíferos menores puede desarrollarse siguiendo una estrategia

---

[93] I. Sergeev, "Surviving the Russian Apocalypse", en *Transitions*, Vol. 5, No. Octubre, 1998, <http://archive.tol.cz/transitions/oct98/survivin.html> [consulta: septiembre 2002]; O. Holsti, *op. cit.*, (1979) 1983, véase la sección "Otras pruebas".

[94] P. Rosset, *op. cit.*, 1999, véase la sección "Fallas en la producción y aplicación de plaguicidas biológicos".

acorde al modelo agroecológico.[95] Algunos observadores externos señalan que la revolución agroecológica cubana desaparecerá cuando la economía de la isla se recupere y termine el embargo comercial.[96]

Lo que es necesario destacar es que fue posible alimentar a un país en crisis con una densidad de población superior a los 100 habitantes por kilómetro cuadro sin los altos insumos requeridos por la agricultura convencional. La revolución agrícola cubana fue posible porque la nación caribeña contaba con conocimientos e infraestructura: fue una revolución del saber promovida por el Estado.

La transición a una sociedad pospetróleo comenzó a principios de la década de 1970. Las próximas décadas serán un tiempo que demandará ajustes productivos y energéticos, así como la reorganización de las instituciones sociales. Desde los años sesenta el cambio del sistema se ha impulsado para frenar y revertir el ecocidio, pero estas medidas serán insuficientes si no contemplan el agotamiento del petróleo. Para que el comienzo de la nueva era no sea marcada por la tragedia humana se deben aplicar conocimientos, el desarrollo de la tecnología y la organización política y social debe orientarse a este fin: ¿cuántos países están preparados para ello?

No tomó desprevenido al gobierno cubano el colapso de su principal socio comercial: contaba con una década de investigación en alternativas agrícolas, fue capaz de entender las disfunciones de su organización y supo enfrentar su propio colapso, es decir, operar con menor complejidad. Si bien el ajuste comercial afectó a la población (aumentó el nivel de desnutrición), se evitó una catástrofe alimentaria. La isla experimentó un proceso de cambio tecnológico e institucional:

---

[95] J. Quirós, *El conjunto ecológico autosuficiente*, mimeografía, Promoción Ecológica Campesina (PROE), Muñoztla, 1995; J. Seymour, *La vida en el campo*, Blume, Barcelona, (1976) 1991.
[96] PNUD, PNUMA, BM e IRE, *op. cit.*, 2002, véase la subsección "La revolución agrícola en Cuba: de regreso a los bueyes y a la materia orgánica", dentro del cap. 3: Cómo se vive en los ecosistemas.

el Estado cubano favoreció la autonomía y la descentralización sin renunciar a sus obligaciones sociales. La ciencia jugó un papel central. Desafortunadamente, las tendencias actuales no parecen favorecer la orientación social de la investigación científica a nivel mundial, incluyendo a los países democráticos. Lejos de experimentar una ciencia posnormal, la comunidad científica responde en mayor parte a los intereses del mercado, fenómeno que Esther Díaz denomina *posciencia*:

> El volumen histórico, que ayer nomás ocupaba la ciencia moderna, es ocupado hoy por la posciencia. Es decir, por un conocimiento sólido dependiente de la técnica y potenciado a la vez por ella. La invención de la informática —que nació como tecnología— da cuenta de un cambio epistémico fundamental. El conocimiento, hoy, no necesita validarse a partir de un metadiscurso (por ejemplo, el kantiano, en la modernidad) para reafirmarse cognoscitiva y socialmente. Se valida, más bien, a partir de su eficacia. Sin olvidar que la eficacia se mide con parámetros económicos establecidos por quienes manejan las leyes; pero no tanto las leyes jurídicas, morales o científicas sino más bien las leyes del mercado multinacional.[97]

En la ciencia normal, recuerdan Díaz y Silvia Rivera, no triunfan los paradigmas que más se acercan a la verdad, sino los que tienen "más fuerza".[98] Los intereses del gran capital (empresas transnacionales) son la fuerza que determina en nuestros días el progreso científico y su aplicación, influyendo no sólo en la actividad de las universidades y centros de investigación, sino en el sistema

---

[97] E. Díaz, "El conocimiento científico como tecnología de poder", en *La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*, editado por E. Díaz, pp. 15-36, Biblos, Buenos Aires, 2000, véase la sección "Dispositivos de saber-poder".
[98] E. Díaz y S. Rivera, "La actividad científica y su insoportable carga ética", en *La posciencia...*, pp. 369-381, 2000, véase la sección "Las condiciones histórico-éticas de la ciencia".

educativo global en general[99]. Más aún, el porcentaje del PIB que destina la mayoría de los países en gastos de investigación y desarrollo suele ser menor al 1 % anual: la inversión promedio de los países miembros de la OCDE es 2.2 %; Asia oriental y el Pacífico, 0.9 %; América Latina y el Caribe, 0.6 %; Europa central y oriental y las antiguas repúblicas soviéticas, 0.9 %; la mayoría de los Estados Árabes y los países de África subsahariana y Asia meridional no reportan datos. Cabe destacar que en los países miembros de la OCDE y Europa central y oriental y las antiguas repúblicas soviéticas hay en promedio más de 2500 científicos e ingenieros en investigación y desarrollo por millón de habitantes, mientras que en Asia oriental y el Pacífico, 496; en América Latina y el Caribe, 287 (Cuba, 1611); y en Asia meridional, 158; la mayoría de los Estados Árabes y los países de África subsahariana no reportan datos (Senegal indica 2).[100]

Un bajo porcentaje de las inversiones nacionales en investigación y desarrollo se destinan en gestionar una sociedad/tecnología pospetróleo (agroecología, energías renovables, restauración de ecosistemas, ordenación del territorio, desarrollo regional, gestión local), el uso del dinero público aún responde al paradigma progresista, el cual confía en hallar una fuente inagotable de energía. Las principales inversiones se destinan para el desarrollo de las siguientes tecnologías: computadoras, multimedia, biotecnología, nanotecnología, sensores, robótica, biomimética, microelectromecánica, aeroespacio y neurociencias.[101] Algunos autores señalan que si la biotecnología carece de estrategias nacionales que la orienten puede causar más perjuicios que beneficios, ya que depende de altas inversiones financieras y energéticas, desplaza al sector agrícola tradicional

---

[99] N. Chomsky y H. Dieterich, *La sociedad global. Educación, mercado y democracia*, Joaquín Mortiz, Ciudad de México, 1995, véase las secciones "Globalización y educación: la ideología" y "Globalización y educación: la realidad", dentro del cap. "Globalización, educación y democracia en América Latina".
[100] PNUD, *Informe sobre desarrollo humano 2002*, PNUD, Nueva York, 2002, véase el cuadro de indicadores 11: Tecnología: difusión y creación.
[101] P. Mooney, *op. cit.*, (2001) 2002, véase el cap. "Transformación tecnológica".

y a los pequeños productores y su inocuidad no se ha comprobado aún.[102] La biotecnología es la extensión de la agricultura mecanizada, no su superación: las nuevas especies son todavía dependientes del petróleo, están diseñadas para resistir a un mayor uso de agroquímicos. De esta manera la inversión pública no favorece la autosuficiencia y el desarrollo local/regional a largo plazo, no gestiona la sostenibilidad.

Así como debe incrementarse sustancialmente la inversión en desarrollo de tecnología y sistemas productivos pospetróleo en todas las regiones (no sólo en algunos centros de investigación), deben fortalecerse las capacidades de gestión y organización de los gobiernos regionales y locales; la crisis energética que representará el fin del petróleo barato provocará en mayor o menor medida el debilitamiento de los Estados; movilizar los recursos tecnológicos, energéticos y financieros existentes para evitar una crisis de gobernabilidad requiere de organismos coordinadores y planificadores sensibles a las diversas condiciones territoriales. No sólo la técnica requiere inversión, sino la formación de cuadros de gobierno a nivel local capaces de asumir el manejo de asuntos administrados o asumidos en la actualidad por las autoridades centrales. Esto va más allá de la recaudación de impuestos y de la construcción y mantenimiento de infraestructura urbana: los gobiernos regionales y locales deben ser los gestores de la sostenibilidad, actividad que debe fundamentarse en el conocimiento que producirán los centros de investigación.

En pocas palabras: para que el fin del petróleo barato (estimado para antes de 2020) y su agotamiento (alrededor de 2070) no sea origen de más inequidad, miseria, degradación ambiental y caos social, las regiones deben contar con una capacidad productiva, tecnológica y de gobierno que les permita establecer las

---

[102] G. Arroyo *et al.*, *Biotecnología: ¿una salida para la crisis agroalimentaria?*, Plaza y Valdés/UAM, Ciudad de México, 1988, véase el Prefacio y el cap. 5: Hacia una estrategia alternativa; P. Mooney, *op. cit.*, (2001) 2002, véase la sección "Biotecnología", dentro del cap. "Transformación tecnológica".

bases de un nuevo orden económico-energético-ecológico. La sostenibilidad demanda conocimiento; el conocimiento es consecuencia de la movilización de recursos financieros y humanos. Gran parte de los recursos públicos administrados por los Estados son derrochados en mantener al sistema, no en promover el bienestar social; el gran desafío es lograr este cambio teniendo en cuenta el comportamiento de los rendimientos.

El siglo del hidrocarburo llega a su fin, no es fácil imaginar la nueva era. El petróleo trajo algo que muchos no querrán dejar: comodidad. Quizá las generaciones futuras se movilicen en autos impulsados por hidrógeno, incluso por energía nuclear, pero el aspecto relevante del agotamiento del hidrocarburo es el fin de los materiales sintéticos, de los plásticos, de los agroquímicos, componentes esenciales de la modernización y la posmodernización, y de las instituciones sociales que gestionaron y se beneficiaron con estas formas civilizatorias.

El fin del siglo XX representa el despertar de una forma de ver el mundo consciente de los límites (ecológicos, energéticos, económicos, etc.). El siglo XXI comenzará cuando de la conciencia se pase a la acción.

Conclusiones y propuesta de indicadores

Los desafíos que plantea el encarecimiento y el agotamiento del petróleo, la restauración de los ecosistemas, el desarrollo de agroecosistemas y el mejor-vivir, requiere reinventar la economía, la política, la cultura; requiere la construcción social de un nuevo sentido, nuevas ideas-fuerza que generen como consecuencia la creación de nuevas instituciones gubernamentales, productivas y financieras.

La sostenibilidad en un marco posnaturaleza-pospetróleo, quizá posurbano, requiere laboratorios municipales/biorregionales: la realidad debe reterritorializarse, redefinirse por lo inmediato, no por lo mediatizado, siempre pensando globalmente.

Las nuevas instituciones encargadas del gobierno local/biorregional deben orientar su actividad a partir del diálogo (racionalidad comunicativa, mediación), la rectificación (corregir o abandonar la acción cuando contradice la intención)[103] y la impermanencia (la existencia de las instituciones debe estar en función de los problemas, no de su propia supervivencia). Esto lleva a cuestionar si el actual sistema democrático, fundamentado en los partidos políticos, es conveniente; los partidos buscan, ofertando gobernabilidad y representación, su propia supervivencia; su relación vital es con los dueños del capital (nacional y transnacional), las elites locales/regionales y los medios de comunicación, no con los problemas del mundo real.

La reinvención de instituciones de gobierno (el Estado) concentradas en la solución de los problemas de la existencia social considerando los límites

[103] Edgar Morin propone una estrategia política a partir de la incertidumbre y la complejidad. E. Morin, *Tierra-Patria*, Kairós, Barcelona, 1993, véase el cap. 6: La antropolítica.

biorregionales y del mundo, sus propios límites y los "dilemas del pluralismo democrático",[104] valorando el conocimiento, es una tarea por realizar.

El siglo XXI comenzará cuando una nueva economía, una nueva política y una nueva ideología (cultura) determinen la personalidad de los actores sociales. Lo expuesto en este trabajo obliga a pensar en una economía, política e ideología construidas en base al fin del petróleo barato, en la restauración ambiental, en la equidad; en una sociedad (global) no orientada por el consumo y la competencia. Los límites energéticos y ecológicos, los problemas sociales y económicos y el éxito comprobado de modelos productivos concentrados en fortalecer la economía local, llevan a pensar que el siglo XXI será caracterizado por modelos que favorezcan la autonomía, la autosuficiencia, la autodependencia y el autovalimiento de las regiones. La capacidad de autogestión ambiental y energética de los gobiernos locales será la base de la sostenibilidad local, regional, nacional y mundial. Nos enfrentamos a problemas ambientales, económicos, políticos, sociales y energéticos que se agravarán con el agotamiento del recurso que ha construido la sociedad moderna/posmoderna (el petróleo). Esta gestión debe considerar lo siguiente:

1. Las estrategias de promoción de la sostenibilidad deben construirse a partir del agotamiento del petróleo convencional, ya que esto provocará ajustes económicos que afectarán la instrumentación de políticas públicas y desarrollos empresariales privados.
2. La gestión ambiental debe internalizar su costo energético y su dependencia del petróleo, ya que una gestión ambiental correcta no garantiza la sostenibilidad —no debe proyectarse a partir de recursos finitos.
3. La organización que demanda la gestión de la sostenibilidad debe evitar un aumento de la complejidad Estatal; los Estados deben hacer una

---

[104] R. Dahl, *Los dilemas del pluralismo democrático. Autonomía versus control*, CNCA/Alianza, Ciudad de México, (1982) 1991.

reestructuración de funciones, transferir recursos de actividades superfluas y no indispensables y, por supuesto, eliminar la corrupción.

4. La transición a una era pospetróleo y la restauración ambiental es ante todo una revolución del conocimiento; la gestión de la sostenibilidad debe basarse en una revolución científica orientada por el paradigma de la ciencia posnormal y la ideología de lo limitado.
5. Los estudios de la huella ecológica deben hacerse en correlación con los del agotamiento del petróleo convencional.
6. Es necesario cuestionar las ideas-fuerza que orientan la gestión del desarrollo, incluyendo, por supuesto, las de la sostenibilidad.
7. Así como se requieren nuevas instituciones políticas, de ahorro y financieras para impulsar y regular las nuevas actividades económicas y sociales, es necesario contar con un marco ideológico (imaginario social) que otorgue sentido al proyecto social propuesto. La reinvención de la política, de la economía y la cultura son elementos civilizatorios que no deben pensarse de manera independiente.
8. La iniciativa del individuo es fundamental, como lo es la actividad reguladora del Estado; por regulación no sólo debe leerse su aspecto prohibitivo, sino su dimensión promotora (detección de problemas, búsqueda de soluciones, generación y difusión de información, etc.).
9. Los medios de comunicación son un factor central en la construcción de lo socialmente correcto, en la definición de lo anhelado y en la exposición tanto de planteamientos utópicos como utopistas, ingenuos y acríticos.
10. La conciencia de los límites requiere hacer una crítica al concepto posmoderno de libertad.
11. Los cambios sociales y culturales son consecuencia de la abundancia o escasez de materias primas, de la energía para tener acceso a ellas. Como toda experiencia civilizatoria, la nuestra también es producto de esto. El agotamiento del petróleo cerrará posibilidades, pero abrirá otras. La misión utópica es señalarlas; la misión política-económica es estructurar un proyecto

social para realizar las alternativas ecológica y energéticamente factibles distribuyendo los recursos con un sentido social (que no sólo beneficie a unos cuantos); la misión antropológica es señalar los mitos del nuevo proyecto social —sus errores epistemológicos—; la misión artística y literaria es crear los símbolos que den forma al imaginario.

A continuación, como síntesis de las reflexiones presentadas, propongo una lista de indicadores.

- Indicadores para medir la *capacidad de transición a la sostenibilidad* de una sociedad

A. Conocimiento

1. Científicos, profesionistas y técnicos en investigación y desarrollo concentrados en programas pospetróleo (energías alternativas, restauración ambiental, agroecología, gestión pública local/regional, etc.). Esto nos permitirá identificar el conocimiento acumulado y el que se genera, base de los programas que orientarán la gestión de la sostenibilidad.
2. Porcentaje de la población (rural y urbana) que emplea técnicas no industrializadas (no dependientes de insumos derivados del petróleo). Esto nos permitirá identificar el conocimiento potencialmente útil para programas pospetróleo (agroecológicos, artesanales, a escala humana, etc.).

B. Imaginarios sociales

1. Ideas-fuerza transmitidas en los medios de comunicación. Esto nos permitirá identificar si la sociedad actúa en su vida cotidiana siendo consciente de los límites.

2. Sacralización de las instituciones y democracia al interior de ellas. Esto nos permitirá identificar el nivel de autocrítica de una sociedad y su disposición al cambio.

C. Políticas locales/regionales

1. Política energética local/regional. Esto nos permitirá identificar la capacidad de los gobiernos locales/regionales para hacer frente a la transición energética.
2. Política de restauración ambiental local/regional. Esto nos permitirá identificar la capacidad de los gobiernos locales/regionales para regenerar los procesos de la biosfera que eran el sustento de las poblaciones humanas antes de la revolución industrial.
3. Política de formación de cuadros y capacitación de funcionarios públicos. Esto nos permitirá identificar si la sociedad (a nivel local/regional) cuenta con recursos humanos capacitados para ejercer las funciones de gobierno, con independencia de los partidos políticos existentes.

D. Financiamiento local

1. Existencia de instituciones de ahorro y financiamiento local (bancos de desarrollo local). Esto nos permitirá identificar la capacidad de una sociedad para retener y reinvertir en ella misma y su territorio sus recursos monetarios.
2. Balanza comercial local. Esto nos permitirá identificar el nivel de descapitalización de una sociedad.

E. Uso del petróleo

1. Consumo general de petróleo desglosado por actividad. Esto nos permitirá identificar la dependencia de una sociedad con relación al hidrocarburo.

2. Petróleo utilizado en el rescate ambiental. Esto nos permitirá identificar la relación petróleo/conservación-restauración ambiental.
3. Petróleo utilizado en el abastecimiento de agua potable. Esto nos permitirá identificar la relación petróleo/consumo de agua.
4. Petróleo utilizado en el manejo de desechos. Esto nos permitirá identificar la relación petróleo/disposición de desechos orgánicos, inorgánicos, industriales, radiactivos, etc., incluyendo el drenaje y tratamiento de aguas negras e industriales.
5. Petróleo utilizado en el maquillaje ambiental. Esto nos permitirá identificar la relación petróleo/solución temporal de problemas ambientales.

F. Agroecología

1. Uso de agroquímicos derivados del petróleo. Esto nos permitirá identificar la dependencia del sector agrícola de insumos derivados del hidrocarburo.
2. Uso de maquinaria activada con derivados del petróleo. Esto nos permitirá identificar la dependencia del sector agrícola de energía derivada del hidrocarburo.
3. Libertad de precios. Esto nos permitirá identificar si los agricultores tienen incentivos económicos para realizar eficientemente su actividad.
4. Reforma agraria. Esto nos permitirá identificar si la tierra está repartida de forma equitativa y si el tamaño de las propiedades facilita el manejo agroecológico.
5. Soberanía alimentaria. Esto nos permitirá identificar si la sociedad produce los alimentos que consume y su nivel de dependencia o autonomía.

